



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

Grundriß der Naturlehre

in
seinem
mathematischen und chemischen Theile
neu bearbeitet

von
Friedrich Albrecht Carl Grøn,

der Arzneigelahrth. Doct. u. d. Weltweish. Mag.,
der erlern ordentlichem öffentlichen Lehrer auf der Friedrichsuniversität
zu Halle, Mitgliede der Königl. Preuß. Academie der Wissenschaften
zu Berlin, der Churfürstl. Mainzischen Academie der natürlichen Wiss-
schaften zu Erfurt, der Königl. Preuß. Societät der Wissenschaften
und Künste zu Frankfurt an der Oder und der naturforsch.

P
3 26

Halle,
bey Hemmerde und Schwetsche,
1793.

Er. Excellenz

dem

H e r r n

Grafen von Herzberg,

wirklichen geheimen Staats- und Cabinetsminister,
Curator der Königl. Academie der Wissenschaften,
Ritter des schwarzen Adlerordens, u.

in dem

dieses Lehrbuch

als

einen schwachen Beweis

seiner

innigsten Ehrfurcht und Dankbarkeit

der Verfasser.

V o r r e d e .

Dieser gegenwärtige Grundriß der Naturlehre ist eher für ein ganz neues Buch, als für eine neue Auflage des vorigen zu halten. Im Ganzen ist zwar die Ordnung größtentheils beybehalten, die ich in der ersten Ausgabe befolgt habe; man wird aber, auch schon bey einer flüchtigen Vergleichung, eine wesentliche Verschiedenheit beobachten. Mehrere Lehren sind ganz neu bearbeitet, einige Theorien ganz umgeändert, die Beweise vieler Sätze ausführlicher gemacht, und da, wo es nöthig war, durch Zeich-

nun-

Vorrede.

nungen erläutert worden, die man bey der vorigen Ausgabe vermiste, und die für die Zuhörer bey der Vorbereitung oder bey'm Nachlesen nöthig sind. Werkzeuge habe ich indessen nicht abbilden lassen, um das Buch nicht zu vertheuern; und sie sind auch bey einem Buche, das zu Vorlesungen bestimmt ist, nicht nöthig, da mit Recht vorausgesetzt werden kann, daß der Lehrer die nöthigsten Werkzeuge in ihrer Anwendung und ihrem Gebrauche zeigen, und die Erfahrungssätze dadurch anschaulicher machen wird. Immer habe ich auch auf gute Beschreibungen und Abbildungen der Werkzeuge verwiesen. Andere litterarische Nachweisungen sind für diejenigen bestimmt, welche sich mit der nähern und umständlicheren Ausführung derselben beschäftigen wollen. :

Ich

Vorrede.

Ich habe verschiedene mir eigene Sätze behauptet, die von den gewöhnlichen Vorstellungen abweichen. Ehe man ein Urtheil darüber fällt, bitte ich sie in ihrem weitern Zusammenhange mit andern Lehren zu prüfen. Besonders wird man vielleicht meine Sätze von der Trägheit in der reinen Bewegungslehre anstoßig finden; man wird aber auch bey einer vorurtheilsfreyen Untersuchung leicht wahrnehmen, daß sie den bisherigen Grundsätzen der Mechanik gar keinen Eintrag thun, die es nur mit widerstehenden, nicht mit trägen Körpern (im metaphysischen Sinne) zu thun hat. Ueberhaupt gehören die ersten Grundsätze der reinen Bewegungslehre vor den Richterstuhl der Metaphysik, und nicht der Mechanik. Ich werde mich übrigens in Ansehung mehrerer

Vorrede.

weiter unterscheidender Sätze in keine Streitigkeiten einlassen, sondern das Publicum und die Zukunft entscheiden lassen. Es ist ja nicht ohne Nutzen für das Reich der Wissenschaften, wenn der Gang der Vorstellungen derer, die es bebauen, nicht immer gleichförmig und übereinstimmend ist.
Halle den 10. April 1793.

J. A. C. Gren.



Grundriß der Naturlehre.

Einleitung.

§. 1.

Natur heißt der Inbegriff aller Eigenschaften eines Dinges. Die Eigenschaften sind das, was ein Ding zu den Wirkungen fähig macht, die es äufert.

Rob. Boyle, tr. de ipsa natura, sive libera in receptam naturae notionem disquisition. Genev. 1692. 4. und in der lateinischen Uebersetzung seiner *Opera*, eb.

Sonst versteht man auch unter dem Worte, Natur, die erste Grundursach der Erscheinungen in der Welt, oder die hervorbringende Ursache der Dinge und ihrer Wirkungen, und darauf beziehen sich die Ausdrücke: die Natur bringt hervor, die Natur thut dies und jenes, u. s. w. Dies war die *natura naturans* der Scholastiker. Ferner braucht man das Wort, Natur, auch gleichbedeutend mit dem Worte, Welt; und darauf beziehen sich die Lebensarten; Man trifft in der ganzen Natur dies und das nicht an, u. d. m. In diesem Sinne ist es die *natura naturata* der Scholastiker.

Natürlich, Künstlich, unnatürlich (*praeter naturam*), widernatürlich (*contra naturam*), und wunderbar. Bedeutung und Unterschied dieser Worte.

§. 2. Alle erschaffene Dinge sind entweder materielle oder immaterielle. Der Inbegriff jener heißt

heißt die Körperwelt oder Sinnenwelt; dieser die Geisterwelt. Die Naturlehre, (Naturkunde, Naturwissenschaft,) (physiologia, philosophia naturalis) wäre also, im eigentlichen und ausgedehntesten Verstande die Wissenschaft von den Eigenschaften und den davon abhängenden Wirkungen der erschaffenen Dinge. Sie würde sich also nicht nur auf Gegenstände der äußern Sinne; sondern auch auf denkende Wesen erstrecken.

§. 3. Im gewöhnlichen und engeren Sinne begreift die Naturlehre nur die materiellen Gegenstände der Welt; so weit wir sie kennen; und in dieser Bedeutung nehmen wir sie hier. Sie ist also die Wissenschaft von den Eigenschaften der Dinge der Sinnenwelt.

§. 4. Unsere Erkenntniß ist entweder historisch, oder sie ist rationell. Die historische Naturlehre ist Aufzählung der Gegenstände der Sinnenwelt, welche sind, oder gewesen sind. Das erstere wäre Naturbeschreibung, im weitläuffern Sinne, die nicht nur die natürlichen Körper der sogenannten drei Reiche der Natur, sondern auch die allgemein verbreiteten einfachen Stoffe, so weit wir sie kennen, und die Gestirne unter sich begreifen würde; die zweite wäre Geschichte der Natur, welche die Veränderungen, die unsere Sinnenwelt erlitten hat, erzählte, wovon wir aber nur Bruchstücke haben.

§. 5. Es ist der Hauptzweck der Naturbeschreibung (§. 4.); die wesentlichen Kennzeichen aufzusuchen, durch welche die natürlichen Körper von einander unterschieden werden. Wegen des weiten

Um-

Umfangs ihres Gebiets trennt man sie in verschiedene Theile, und handelt die historische Kenntniß der natürlichen Körper der Reiche der Natur in der sogenannten Naturgeschichte, die der einfachen Stoffe in der Chemie, und die der Gestirne in der Astrognosie ab.

§. 6. Wir schränken uns hier auf die rationelle Kenntniß (§. 4.) der Gegenstände der Sinnenwelt ein, welche die Physik oder Naturlehre (Physica) im engeren Sinne ausmacht, und die Veränderungen der materiellen Dinge, ihren Ursachen nach, zum Zweck hat.

§. 7. Alle materielle Dinge dieser Welt sind mit Kräften gegen einander begabt, und durch dieselben gegen einander in Beziehung und im Zusammenhange. Sie sind vermöge dieser Kräfte gegen einander in Ruhe oder in Bewegung, und wir finden bei näherer Betrachtung einen steten Wechsel von aufgehobenem und wiederhergestelltem Gleichgewichte. Immer wirken Ursachen, die das Gleichgewicht der Kräfte stören, und so Bewegung und Thätigkeit hervorbringen. Die Erfahrung lehrt es, und wir finden, daß in der Körperwelt Veränderungen vorgehen, Veränderungen des Orts, der Lage, und der Bewegung; ferner, daß wir Veränderungen hervorbringen können, dadurch, daß wir die Körper in andere Umstände versetzen. Diese Veränderungen des Zustandes, welche die Dinge unserer Welt durch ihre Wirkungen auf einander, entweder von selbst, oder durch unser Zuthun, hervorbringen, nennen wir Naturbegebenheiten, oder Erscheinungen (Phänomene). Die Ursachen dieser Naturbegeben-

benheiten aufzusehen und anzugeben, dies ist eben der Zweck der rationellen Naturlehre (§. 6.).

§. 8. Die Naturlehre muß nun, um die Naturbegebenheiten (§. 7.) zu erklären, d. h. die Ursachen von den Veränderungen anzugeben, die Eigenschaften der Stoffe aufsuchen, welche den zureichenden Grund dieser Wirkungen enthalten (§. 1.). Bey diesen Entwicklungen der Ursachen von den Naturbegebenheiten kommt sie endlich auf solche zurück, die nicht mehr ein Gegenstand unserer sinnlichen Wahrnehmung sind, und die daher außer den Gränzen unserer Erkenntniß liegen. Sie muß bey diesen einfachen Ursachen, als Grundkräften, stehen bleiben, wozu sie die Schranken unserer Erfahrungserkenntniß berechtigen. Von diesen letzten Ursachen kennen wir nur die Wirkungen, nicht die wirkende Ursach an sich. Alle Speculationen und alles Dogmatifiren über diese letzten Grundursachen hat die Wissenschaft nicht im mindesten gefördert; und wenn es auch gleich möglich, und sogar auch wahrscheinlich seyn möchte, daß die, welche wir für Grundursachen halten, noch zusammengesetzt seyn können, so müssen wir uns doch bey ihnen beruhigen, so lange uns zu ihrer Zergliederung alle Erfahrung verläßt.

Das Aufsteigen des Wassers in dem Stiefel der Saugpumpe ist eine Naturbegebenheit (nach §. 7.). Sie wird erklärt durch den Druck der Luft; denn in diesem liegt der zureichende Grund dieser Veränderung. Die Luft selbst aber drückt durch die Schwere ihrer Theile, und die Ursach dieser Schwere, oder die Schwerkraft liegt außer den Gränzen unserer sinnlichen Wahrnehmungen. Wir bleiben daher bey ihr, als einer Grundursach, oder einer Grundkraft stehen, deren Wirkung wir nur erfahren, die wir aber an sich selbst nicht erkennen können.

§. 9. Alle Naturbegebenheiten geschehen nach gewissen und unabänderlichen Regeln in der Körperwelt, und die Wirkungen erfolgen immer auf einerley Art, wenn sich die Körper in einerley Umständen befinden. Die Bestimmungen dieses beständigen Erfolgs der Wirkungen bey Körpern unter einerley Umständen nennt man Naturgesetze (*leges naturae*). Sie sind freylich nur Folgerungen, welche wir aus den Wirkungen der Körper ziehen; oder Gesetze, welche wir in die Körperwelt eintragen. Nur die Wirkungen sind in der Natur, die Gesetze dazu legt unser Verstand hinein. Die Kenntniß dieser Naturgesetze ist indessen für uns von der größten Wichtigkeit und vom größten Nutzen. Sie verschaffen uns eine allgemeinere Uebersicht der Phänomene, bringen Einheit in unsere Vorstellungen, und belehren uns von dem, was geschehen kann und wird, oder nicht wird, wenn diese oder jene Umstände eintreten. Indessen muß man zugeben, daß, wenn man die Naturbegebenheiten auf allgemeinere Naturgesetze zurückführt, dies noch nicht dieselben erklären (§. 8.) heißt; oder daß Kenntniß der Naturgesetze noch nicht Kenntniß aus Ursachen ist. Beide thun aber auch einander keinen Eintrag, und es bleibt dem ohngeachtet wahr, daß die Kenntniß der Gesetze der Natur mehr werth ist, als Erklärungen aus Hypothesen, und daß wir in sehr vielen Fällen besser thun, uns erst um diese Gesetze zu bekümmern, ehe wir es wagen dürfen, nach den Ursachen zu forschen. Der Nutzen der Kenntniß der Naturgesetze fließt aus ihrer Allgemeinheit und Beständigkeit.

Als Beispiele zur Erläuterung dienen hier: die Zeit des Kräftigseyns der Thiere; das Gesetz der Brechung des Lichts; das Verhältniß, das hierbey zwischen dem Sinus

Sinns des Einfallswinkels, und dem des gebrochenen Winkels stattfindet; das Gesetz des Falles der schweren Körper im leeren Mittel; das hydrostatische Gesetz; das Reflexionsgesetz; das Gesetz des Anziehens ungleichnamiger Pole des Magnets; des Abstoßens gleichnamiger Pole desselben, u. d. m.

Beispiele des Nutzens für die Ausübung geben: die Anwendung des Gesetzes der Leitung der electricischen Materie zu Gewitterableitern; die Anwendung der Kenntniß der Verwandtschaftsgesetze in der Chemie, u. a.

§. 10. Bey den Erklärungen der Naturbegebenheiten erforscht die Naturlehre die Eigenschaften der Dinge, welche den Grund von jenen in sich enthalten, auf eine doppelte Weise, theils durch Erfahrungen (*experientia*), theils durch Folgerungen und Vernunftschlüsse (*ratiocinio*), die sie aus den Erfahrungen zieht.

§. 11. Erfahrungen (§. 10.) heißen die Wahrnehmungen der Veränderungen an den Materien unserer Welt durch unsere Sinne. Wir lassen hiey bey die Dinge entweder in dem Zustande, worin sie sich ohne unser Zuthun befinden, und dann heißt die Erfahrung eine Beobachtung oder Bemerkung (*observatio*); oder wir verändern dabey vorseghch ihren Zustand, und lassen sie bey veränderten Umständen andere Wirkungen äußern, die sie für sich selbst nicht hervorgebracht haben würden; in diesem Fall nennt man die Erfahrung einen Versuch (*experimentum*).

§. 12. Durch Versuche lernen wir Wirkungen und Kräfte der Dinge kennen, die wir durch bloße Beobachtungen vielleicht nie würden wahrgenommen haben, und bringen durch sie tiefer in die Natur der Körper ein. Sie verlernen aber auch, zumal wenn sie sehr verwickelt sind, viel leichter zu Irrthümern

mern als bloße Beobachtungen. Mangel an Beobachtungen macht Versuche nothwendig; aber die Versuche müssen auch auf Beobachtungen zurückführen, wenn sie alle Phänomene unter einander verbinden, und die allgemeinsten Ursachen entwickeln sollen. Bey manchen Dingen ist die Erfahrung durch Versuche unmöglich.

§. 13. Die Mittel, durch welche wir Erfahrungen anstellen, und die Veränderungen mit den Sinnen wahrnehmen, oder der Unvollkommenheit unserer Sinne zu Hülfe kommen, heißen Werkzeuge, Instrumente. Man begreift sie zusammen unter dem Namen des physischen Apparats (*supplex physica*). Einfachheit, Genauigkeit und Reinlichkeit sind nothwendige Erfordernisse derselben.

§. 14. Zur Anstellung der Erfahrung wird eine gute Beschaffenheit der Sinnorgane, die Anwendung mehrerer Sinne (wenn sie Statt haben kann), Aufmerksamkeit auf alle Umstände, um nichts zu übersehen, die strengste Genauigkeit, Vorsicht, Mangel an Vorurtheil, Unparteilichkeit, und endlich Vollkommenheit der Werkzeuge erfordert. Die Abänderung der Versuche ist von dem größten Nutzen, und schützt uns desto sicherer vor Irrthümern.

§. 15. Bloße Erfahrungen können keinen Nutzen haben, wenn nicht Folgerungen und Schlüsse auf die Natur des untersuchten oder wahrgenommenen Gegenstandes daraus hergeleitet werden können. Der Naturforscher muß daher auch aus den Erfahrungen, die über die Dinge angestellt worden sind, durch richtige Schlüsse die Natur der Körper bestimmen und die Ursachen der Naturbegebenheiten ent-

entwickeln; dann aber auch seine Folgerungen durch Versuche und Beobachtungen, auch unter abgeänderten Umständen, zu bestätigen suchen. Er muß zuerst die Eigenschaften der Stoffe analytisch erforschen, und dann aus ihrer Verbindung unter einander synthetisch die Folgerungen machen, die zur Erklärung der Veränderungen und der Naturbegebenheiten dienen. Er verdient den Namen eines Naturphilosophen, wenn er bey den Erklärungen der mannigfaltigen Naturbegebenheiten sie bis auf die einfachsten Grundursachen zurückführen kann.

Franc. Bac. de Verulamio de interpretatione naturae; in seinen *Operibus*, Lips. 1694. fol. C. 264. ff. *Turb. Bergmann de indagando vero; in* seinen *Opusc. phys. chemic.* Vol. I. Holm et Lips. 1779. 8. im *Intröitz*. J. *Sennebier l'art d'observer*, à Geneve 1773. T. I. II. *Die Kunst zu beobachten*, von J. Sennebier, a. d. Fr. von Gumpelm. Leipz. 1776. T. I. II. 8. *Carrard art d'observer*. à Amsterdam 1777. 8.

§. 16. Die Erklärungen, die weder auf Erfahrungen, noch auf richtigen Vernunftschlüssen beruhen, dürfen schlechterdings nicht stattfinden. Da wir aber bey den Erklärungen der Naturbegebenheiten nicht immer alle wirkende Ursachen sinnlich wahrnehmen und untersuchen können, so nöthigt uns in diesem Falle die Befriedigung des Bedürfnisses unseres Geistes, eine Ursache im Voraus anzunehmen, aus der wir die beobachteten Wirkungen folgern. Diese Erklärungsart heißt die hypothetische, und ist der categorischen entgegengesetzt, wo man auf sänlich zu erweisende Ursachen zurückgeht.

§. 17. Nur der Mißbrauch der Hypothesen ist verwerflich; der gehörige und kluge Gebrauch derselben ist oft nöthig. Sie geben nicht selten Gelegen-

gens

Einleitung.

9

genheit zu neuen und abgeänderten Versuchen, und bieten also Stoff zur Erweiterung unserer Kenntniß und zur Erforschung der Eigenschaften der Körper dar; und es ist nicht zu leugnen, daß sie selbst zur Erfindung der Wahrheit, und zur Vervollkommenung der Naturlehre beigetragen haben. Nur muß man bey der hypothetischen Erklärungsart zugestehen, daß sie nichts weiter, als hypothetisch ist.

§. 18. Eine Hypothese muß, wenn sie zur Erklärung zugelassen werden soll, auf Versuchen oder Beobachtungen beruhen; zur vollständigen und ungezwungenen Erklärung der Naturbegebenheiten hinreichen, und keinem andern ausgemachten und allgemeinen Naturgesetze widersprechen. Diese Eigenschaften bestimmen ihre Wahrscheinlichkeit, und diese steigt bis zur höchsten Stufe, wenn alle und jede Folgerungen daraus hergeleitet und die Unmöglichkeit einer jeden andern Voraussetzung dargethan werden kann. Die analogischen Erklärungen sind oft nützlich, aber sehr leicht trügerisch, und also nur mit der größten Vorsicht anzuwenden.

§. 19. Bey den Erklärungen sind folgende Regeln (*regulae Newtonianae*) zu beobachten: 1) Keine andere Ursachen sind für wahr zu halten, als welche zur ungezwungensten, einfachsten und verständlichsten Erklärung einer Naturbegebenheit nothwendig und hinreichend sind. Die Ursachen aber sind wahr, a) wenn sie sinnlich in der Natur zu erweisen sind, und es ausgemacht ist, daß sie bey der beobachteten Naturbegebenheit zugegen waren, alle andere Ursachen aber dabey offenbar ausgeschlossen werden; b) wenn das Phä-

nomen

nomen nicht bloß möglicher Weise, sondern offenbar daraus fließt; c) wenn unter abgeänderten Umständen eben dieselbige Ursach auch dieselbigen Phänomene hervorbringt; und d) endlich, wenn bey der Wegnahme der Ursach das Phänomen wegfällt.

Erläuterung durch das Beispiel vom Aufsteigen des Wassers vermittelt des Drucks der Luft in Saugpumpen.
Petr. v. Muschenbroek introd. ad philos. nat. L. B. 1761. 4. §. XXXI.

§. 20. 2) Wirkungen von einerley Art müssen auch einerley Ursach zugeschrieben werden. Hierbey muß man sich aber hüten, von der Ähnlichkeit und der Uebereinstimmung gewisser Umstände verschiedener Phänomene auf die Identität ihrer Ursach zu schließen, und oft hält es schwer, das Zufällige, was die Ähnlichkeit macht, von dem Wesentlichen zu unterscheiden.

Muschenbroek a. a. O. §. XXXIV.

Körper,
 und die
 in Ver-
 allgemei-

ne Eigenschaften der Körper zu halten.

Muschenbroek a. a. O. §. XXXV.

§. 22. 4) Die aus den Phänomenen durch Induction gesammelten Sätze müssen wir, obgleich der entgegenstehenden Hypothesen, für völlig wahr, oder sehr nahe für wahr halten, bis wir auf andere Phänomene treffen, durch die sie entweder noch genauer gemacht, oder Ausnahmen unterworfen werden.

Muschenbroek a. a. O. §. XXXVI.

Isaac Newton Philosoph. natural. princip. mathem. L. III.

§. 23. Zur philosophischen Erklärung der natürlichen Begebenheiten und Wirkungen der Materie, wird außer der nöthigen historischen Kenntniß der Körper erfordert, daß man die ungleichartigen Bestandtheile der Körper, und die einfachen Stoffe überhaupt, die Art und Weise ihrer Vereinigung, und ihre Verhältnisse unter einander kennt; und dann endlich, daß man die Größe ihrer Kraft gehörig ermessen kann. Die Naturgeschichte, die Chemie, und die Mathematik werden also die Grundlage, auf welche man das Gebäude der philosophischen Naturlehre errichten muß.

§. 24. Auf diese Art wird dann die Naturlehre, so unvollkommen sie auch noch ist, zu der nützlichsten Wissenschaft erhoben, die unserm Verstande Nahrung, und unserm physischen Zustande Vortheil verschaffen kann. Sie giebt die unversenkbarsten Fingerzeige von dem Daseyn eines allmächtigen, weisen und gütigen Wesens, reißt uns unwiderstehlich zur Bewunderung desselben hin, und erhöht unsern Glauben an dasselbe; sie macht uns näher mit uns selbst bekannt; sie lehrt uns die Körper kennen, deren wir uns täglich zu unserm Unterhalte bedienen; sie zeigt uns den Nutzen mehrerer für unsere Gesundheit, und lehrt uns den Nachtheil anderer für uns gehörig meiden; sie giebt Mittel an die Hand, die natürlichen Dinge zur Nothdurft und Bequemlichkeit des Lebens anzuwenden; sie unterhält uns auf die angenehmste Weise, und schafft Vergnügen; sie zerstört am kräftigsten die Fesseln des Aberglaubens, schützt uns vor thörichten Folgen desselben; und endlich, (was kein unbedeutlicher Nutzen ist!) sie führt uns eben so zur Demuth und Bescheidenheit,

und

und zeigt uns, daß unser Wissen höchst eingeschränkt ist, als sie uns zur weitem Anstrengung unserer Verstandeskräfte immer mehr und mehr ermuntert, und Gelegenheit darbietet.

§. 25. Da die Naturlehre eine gemischte Wissenschaft ist, so darf ihr Lehrvortrag sich nicht bloß auf speculative Betrachtungen einschränken, sondern er muß intuitive Kenntniffe ertheilen, die Lehrtage aus Erfahrungen herleiten und durch Versuche be-
 weisen. Die richtige Verbindung der empirischen mit der speculativen oder theoretischen Physik macht erst das Lehrgebäude vollständige. Am nützlichsten scheint mir die Methode, nach welcher man bey dem Vortrage die Theorie mit den Versuchen verwebt.

§. 26.

Geschichte der Naturwissenschaft.

Spuren physikalischer Wissenschaften bey den Völkern des höchsten Alterthums, den Hindus, den Babyloniern oder Chaldäern, Persern, und Aegyptern. — Data, als Beweise der wissenschaftlichen physikalischen Kenntniffe eines Volkes der Urwelt. Verfall dieser Kenntniffe bey den vor-
 genannten Völkern.

Wenige Fortschritte der Naturlehre bey den Griechen, und Hindernisse derselben durch übertriebene Erklärungssucht und Speculation, und Mangel an Experimental-Untersuchungen. Thales (um das J. d. W. 3400), Pythagoras (3475), Democritus (3500), Plato (3638), Aristoteles (3664), und die Peripatetiker; Epikur (3900). Stiftung der Schule zu Alexandrien. Große Vervollständigung

zung der Mathematik und Astronomie bey den Griechen in dieser Schule: Euklides (300 J. vor E. G.), Hipparchus (160 J. vor E. G.), Ptolemaeus (im 2. Jahrh. nach E. G.); Archimedes zu Syracus (250 J. vor E. G.).

Geringer Fortgang der wissenschaftl. Naturlehre bey den Römern. Lucrez (im 1. Jahrhundert vor E. G.), Seneca und Plinius der ältere (im 1. Jahrh. nach E. G.).

Verfall der Naturlehre und der Weltweisheit überhaupt bey dem wachsenden Verfall des römischen Reichs. Rabbinische und gnostische Philosophie. Neuplatonische Philosophie. Mystik. Alchemie.

Erhaltung und Bearbeitung mathematischer, astronomischer, und chemischer Kenntnisse bey den Arabern (vom 9. J. nach E. G. an).

Traurige Beschaffenheit der Naturwissenschaft in den abendländischen Reichen, vom Einfall der kriegerischen nördlichen Völker ins römische Reich im 5ten Jahrh. nach E. G. bis zur allmählichen Wiederherstellung der Wissenschaften im 15. Jahrh. Scholastische Philosophie. Einige wichtige practische Entdeckungen dieses Zeitraums, des Compasses, der Brillen, des Schießpulvers. Fortschritte einzelner mechanischen Künste und Operationen. Albrecht der Große (im 13. Jahrh.), Glasbl. Blasias (im 14. Jahrh.).

Ursprung der Experimental-Physik. Schleunige Fortschritte der wissenschaftl. Kenntniss der Naturlehre: Nicol. Copernicus (geb. 1472, gest. 1543); Tycho de Brahe (geb. 1546, gest. 1601); Franz Baco von Verulam (geb. 1560, gest. 1626); Galileo

Galilei (geb. 1564, gest. 1641); Joh. Kepler (geb. 1571, gest. 1630); Peter Gassendi (geb. 1592, gest. 1655); Willebrord Snellius (geb. 1591, gest. 1626); Renat. des Cartes (geb. 1596, gest. 1650); Evangelista Torricelli (geb. 1618, gest. 1647); Otto von Guericke (geb. 1602, gest. 1686); Rob. Boyle (geb. 1626, gest. 1691); Gottfr. Wilh. Leibniz (geb. 1646, gest. 1716); Isaac Newton (geb. 1642, gest. 1727.).

Neuerer Zeitraum. Erweiterung der Lehre von der Electricität. Fortschritte der Naturlehre durch Vervollkommenung der Chemie. Entdeckungen in der Lehre von der Luft und den expansiblen Flüssigkeiten. Verdienste der Neuern; herrschende Mängel; Hindernisse, die ihren Fortschritten entgegen sind.

Es fehlt uns noch eine ausführliche und zusammenhängende Geschichte der Naturwissenschaft. Das Werk des Sen. de Boys: *Abregé chronologique pour servir à l'histoire de Physique*, à Strasbourg, T. I.—IV. 1786—89. 8. fängt erst mit Galilei vom J. 1589 an; die Ordnung desselben ist nicht musterhaft, und die nöthige Kritik wird oft vermisst.

§. 27.

Verzeichniß einiger physikalischer Schriften.

1) Systeme und Lehrbücher.

2) Isaac Newtoni philosophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 4. 1726. 4.

Earley perpetuis commentariis illustrata, studio P. P. Thomae le Sueur et Franc. Jacquier. Genevae T. I.—IV. 1739. 4. 1740. 4.

Eodem commentationibus illustrata potissimum Ioannis Tessenet et quibusdam in locis veterioribus Th. le Sueur et Fr. Jacquier aliter propositis. T. I. Pragae 1780. 4.

a) *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, auct. Guil. Jac. S. Gravesande. Leidae 1719. 4. 1744. T. I. II. 4. ed. 3a.*

3) *Christ. Wolfs Versuch zu genauerer Kenntniß der Natur und Kunst. Halle 1721 — 1723. B. I — III. 8.*

4) *Petr. van Muschenbroek introductio ad philosophiam naturalem. Lugd. Bat. 1762. T. I. II. gr. 4.*

5) *Leçons de Physique experimentale, par Mr. l'Abbé Nollet. à Paris 1743. u. f. T. I — VI. 8.*

Des Herrn Abts J. A. Noller Vorlesungen über die Experimental-Naturlehre. Aus d. Franz. Erf. 1749 — 1764. Th. 1 — 6. 8.

6) *Joh. Andr. Segners Einleitung in die Naturlehre. Göttingen 1746. 8. 1754. 8. 1770. 8.*

7) *Praelectiones in Physicam theoreticam, conscriptae a Geo. Wolsf. Kressl. Tubing. 1750. 8. in Physicae partes mechanicas. P. II. 1751. 8. in Physicae partes opticas et his cognatas. P. III. 1754. 8.*

8) *Joh. Petr. Eberhards erste Gründe der Naturlehre. Halle 1752. 8. 5te Auflage 1787. 8.*

9) *Leçons de Physique experimentale, par M. Sigaud de la Fond. à Paris 1767. T. I. II. 12.*

Anweisung zur Experimental-Physik, d. d. Fr. des Hrn. Sigaud de la Fond. Dresden 1774. Th. I. II. gr. 8.

Ebendesselben Elements de physique theorique et experimentale. à Paris 1777. T. I — IV. 8.

10) *Anfangsgründe der Naturlehre, von Joh. Christ. Polyr. Erlicben. Göttingen 1772. 8. 1777. 8. mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg. 1784. 8. 1787. 8. 1791. 8.*

11) *Wenzesl. Joh. Gustav Barsten Anfangsgründe der Naturlehre. Halle 1780. 8. Zweyte Auflage von F. A. C. Gren. Halle 1790. 8.*

12) *Ebendesselben, Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle 1783. 8. 1802. 8.*

13) *Ebens*

- 13) Eben desselben kurzer Entwurf der Naturwissenschaft.
Halle 1785. 8.
14) T. G. Kratzensteins Vorlesungen über die Experimentalphysik. 6. Auflage. Kopenhagen 1787. 8.
15) Elements de Physique en forme de Tables, par M. Schürer. à Strasbourg 1786. 8. T. I.
16) I. H. van Swinden positiones physicae. Harderovici

- I m über die Experis
Berlin 1787. 8.
Naturwissenschaft,
Riga 1787. 8.
I de der Naturlehre
und Mineralogie,
n dessen Encyclopädie,
die, 2te Auflage, Th. II. Berlin und Stettin 1792. 8.
20) Vorlesungen über die Experimentalphysik, von J. C. Aichard. Th. I—IV. Berlin 1791. 8.

2) Wörterbücher.

- Physikalisches Wörterbuch, oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre in alphabetischer Ordnung, von Joh. Sam. Traugott Gehler. Th. I. Leipzig 1787. Th. II. 1789. Th. III. 1790. Th. IV. 1791. 8.

3) Vermischte Schriften.

- 1) Franc. Bacon. de Verulamio opera omnia, opera Simon. Joh. Arnoldi. Lips. 1694. fol.
2) Robert Boyle opera varia. Genevae 1680. 4. cum appendic. 1682—1688.
3) Christ. Huygenii opera varia, cura Guil. Jac. S. Gravefande. T. I. II. Lugd. Bat. 1724. 4.
Ejusd. opera reliqua. T. I. II. Amstelod. 1728. 4.
4) Petri van Muschenbrouck physicae experimentales et geometricae dissertationes. Lugd. Bat. 1729. 4.
5) Tentamina experimentorum naturalium capturarum Academiae del Cimento, edit. a Petr. van Muschenbrouck. Lugd. Bat. 1752. 4.

6) *Luc. Euleri opuscula varii argumenti. T. I—III. Barol. 1746. 1750. 1751. 4.*

(Eben desselben) *Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie. T. I—III. à Mitau 1770—1774. 8. Nouv. Edit. par M. de Condorcet et de la Croix. à Paris T. I. 1787. T. II. 1788. gr. 8.*

Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie. I—III. Th. Leipzig 1769—1774. gr. 8. Neue Ausgabe von Fr. Kries. B. I. Götta 1792. gr. 8.

7) *Abt. Gottb. Kaestner dissertationes mathematicae et physicae. Altenb. 1771. 4.*

8) *Recherches sur les modifications de l'atmosphère, par Jean André de Luc. T. I. II. à Geneve 1772. gr. 4.*

J. A. de Luc Untersuchungen über die Atmosphäre, und die zu Abmessung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge. a. d. Franz. Th. I. II. Leipzig 1776. 1778. 8.

9) *Eben desselben Idées sur la meteorologie. T. I. II. à Londres 1786. 8.*

Neue Ideen über die Meteorologie, von J. A. de Luc. a. d. Fr. Th. I. II. Berlin und Stettin 1787. 1788. 8.

10) *Voyages dans les Alpes, par Horace Bened. de Saussure. T. I—IV. à Geneve 1780—1786. gr. 8.*

Horat. Bened. von Saussure Reisen durch die Alpen. a. d. Franz. Leipzig 1781—1788. B. I—IV. 8.

11) *St. Carl Richards chymisch, physische Schriften. Berlin 1780. 8.*

12) *Eben desselben Sammlung physikalischer und chymischer Abhandlungen. B. I. Berlin 1784. 8.*

13) *Torb. Bergmann opuscula physica et chemica. Vol. I. II. Holm. Upsal. et Aboae 1779—1780. 8. Vol. III. ebendaf. 1783. und Lips. 1786. gr. 8. Vol. IV—VI. edid. Ern. Benj. Gottl. Habenslein. Lips. 1787. 1788. 1790. gr. 8.*

14) *Carl. Guil. Sebeck opuscula chemica et physica, ed. Ern. Benj. Gottl. Habenslein. Vol. I. II. Lips. 1788. 1789.*

- 15) Experiments and observations on different Kinds of Air, by *Jos. Priestley*. Lond. 1774. 8. Sec. editio 1775. 8. Vol. II. 1775. Vol. III. 1776. 8.

Dr. Jos. Priestleys Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft. a. d. Engl. Th. I. Wien und Leipzig 1778. 8. Th. II. 1779. Th. III. 1780.

- 16) Ebendesselben Experiments and observations relating to various branches of natural Philosophy; with a continuation of the observations on air. Lond. 1779. Vol. II. Birmingh. 1781. 8. Vol. III. Birmingh. 1786. 8. (Der Herr Verf. führt dies Werk als eine Fortsetzung des vorigen an. Eine neue Ausgabe beider zusammen in 3 B. ist zu London 1790. vom Verf. herausgegeben.)

Dr. Jos. Priestley Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre. a. d. Engl. Leipzig 1780. B. II. Wien und Leipzig 1782. 8.

- 17) Opuscules physiques et chymiques, par *M. Lavoisier* T. I. II. à Paris 1774. 8.

Herrn Lavoisier physikalisch; chemische Schriften. a. d. Franz. von *Chr. Ehrenfr. Weigel*. B. I. Greifswalde 1783. 8. B. II. 1785. 8. — aus dem Französischen gesammelt und übers. mit Anmerk. von ebendemselben. B. III. Greifswalde 1785. 8. von *L. F. Linz*. B. IV. Greifswalde 1792. 8.

- 18) *Joh. Ingenhouß* vermischte Schriften, physisch; medizinischen Inhalts; übersetzt und herausgegeben von *Nikl. Karl Molitor*. Wien 1782. 8. Neue, sehr vermehrte Auflage. B. I. II. Wien 1784. 8.

- 19) Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, von einigen Liebhabern dieser Wissenschaften. B. I. Leipzig 1779. 8. B. II. 1782. B. III. 1787. B. IV. 1792. 8.

- 20) Opuscoli fisico - chimici del Cavaliere *Martino Landriani*. Milano 1781. 8.

4) Magazine und Journale.

- 1) Hamburgisches Magazin, oder gesammelte Schriften zum Unterricht und Vergnügen aus der Naturforschung

lung und den angenehmen Wissenschaften überhaupt.
B. I — XXVI. Hamburg 1747 — 1763. 8.

Neues Hamburgisches Magazin. Hamburg 1767. u. f. 8.

2) Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle, et sur les Arts, par M. l'Abbé Roux — M. Monge, et de la Metherie. T. I. à Paris 1773. — T. XL, 1792. 4. (wird fortgesetzt.)

3) Bibliotheca sifica d'Europa, di L. Brugnattelli. Pavia. T. I — XII. 8. (wird fortgesetzt.)

4) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, herausgegeben von Lichtenberg. B. I — III. Gotha. 1781 — 86. Fortgesetzt von Voigt. B. IV. 1786. — B. VII. 1792. 8. (wird fortgesetzt.)

5) Loc. Treß Chemisches Journal. Th. I. Lemgo 1778. — Th. V. 1780. 8.

6) Ebendesselben neueste Entdeckungen in der Chemie. Th. I. Leipzig 1781. — Th. XII. 1784. 8.

7) Ebendesselben chemische Annalen. Helmst. und Leipzig 1784. 8. (Wird fortgesetzt, und es erscheinen jährlich zwei Bände.)

8) Ebendesselben Beiträge zu den chemischen Annalen. B. I. Helmst. und Leipzig 1786. 8. — V. B. 1792. (wird fortgesetzt.)

9) Annales de Chymie, ou Recueil de Mémoires concernant la Chymie et les Arts, par M. de Morveau, Lavoisier, Monge, Berthollet, de Fourcroy, le Baron de Dietrich, Hassenfratz et Adet. Tome I. à Paris 1789. — T. XIII. 1792. 8. (wird fortgesetzt.)

10) Journal der Physik, herausgegeben von D. Fr. Albr. Carl Gren. B. I. Halle u. Leipz. 1790. — B. VI. 1792. 8. (wird fortgesetzt.)

§. 28. Ich theile die Naturlehre in die allgemeine (Physica generalis), und die besondere (Physica specialis) ein. In jener betrachten wir die

die Materie, entweder in so fern sie das Bewegliche im Raume und ohne alle inhärirende Kräfte ist, oder in so fern sie nur durch einzelne einfache Grundkräfte afficirt wird. Wir untersuchen die Phänomene, die sie vermöge dieser einfachen Grundkräfte äußert, ohne auf andere damit verbundene Qualitäten Rücksicht zu nehmen. Dieser Theil der Naturlehre könnte auch die reine Naturlehre genannt werden. In der besondern oder angewandten Naturlehre hingegen beschäftigen uns die Materie und Körper in concreto, und wir untersuchen hier die denselben inhärirenden Kräfte und Eigenschaften, die zusammen genommen die Natur derselben ausmachen.

Erster Theil.
Allgemeine Naturlehre.

THE
JOURNAL OF THE
ROYAL ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE

Erster Abschnitt:

Allgemeine Eigenschaften der Materie.

§. 29.

Wir können uns nichts Körperliches anders denken, als daß es in einem Raume enthalten ist, den man nach dreyerley, auf einander senkrecht stehenden Richtungen abmessen, oder worin man Länge, Breite und Höhe unterscheiden kann; oder daß es ausgedehnt ist. Diese Ausdehnung ist mit der Vorstellung jedes Körperlichen unzertrennlich verknüpft.

§. 30. Die Ausdehnung eines jeden Körpers nach der Richtung der Länge, Breite und Höhe (§. 29.) ist mit Flächen begrenzt, deren Lage und Stellung gegen einander die Figur des Körpers bestimmt. Jeder Körper hat also eine Figur.

§. 31. Zu dem Wesen des Körpers gehört aber außer dieser begrenzten Ausdehnung noch etwas, welches verhindert, daß in einer und eben derselben begrenzten Ausdehnung nicht noch etwas anderes außer dem Körper seyn könne. Dieses Etwas nennen wir Materie, und jenes Phänomen, das sie äußert, Undurchdringlichkeit.

§. 32. Wenn man sich aus der begrenzten Ausdehnung eines Körpers dasjenige wegdenkt, was

diese

diese Ausdehnung undurchdringlich macht, so daß die Vorstellung der Ausdehnung selbst noch bleibt, so hat man die Vorstellung des leeren Raums, oder des geometrischen Körpers. Raum ist also die durchdringliche Ausdehnung, und Materie das, was diese Ausdehnung undurchdringlich macht, Körper ist diesernach eine undurchdringliche beschränzte Ausdehnung.

Wir bekümmern uns hier nicht darum, ob die Vorstellung des Raumes bloß und allein nur subjective Gründe habe, und der Raum nur eine Anschauung a priori; oder ob er nur allein ein empirischer, durch Erfahrung von den Körpern abgezogener, Begriff sey. Die Untersuchung darüber gehört in die Metaphysik.

§. 33. Der Begriff der Ausdehnung ist einfach, und läßt sich nicht weiter zergliedern; und die Erklärung, daß das Ausgedehnte aus neben einander befindlichen Theilen bestehe, will nicht mehr sagen, als: das Ausgedehnte besteht aus etwas, das ausgedehnt ist. Wir gestehen gern ein, daß wir von dem Ausgedehnten und Undurchdringlichen an sich nichts wissen; sondern daß beide nur Phänomene sind, deren Ursach außer den Gränzen unsers Wissens liegt.

§. 34. Der bloße Raum (§. 32.) eines Körpers, ohne Materie gedacht, muß als eine stetige Größe (continuum) angesehen werden, oder als vollkommen ausgefüllt durch seine Theile. Wenn wir uns aber den Raum auf diese Art mit Materie erfüllt vorstellen, so haben wir den Begriff von einem absolut dichten Körper (corpus absolute densum); oder von einem Körper, dessen Raum in jedem Puncte undurchdringlich ist. Die Erfahrung lehrt uns aber, daß die Körper nicht einerley Dichtigkeit haben, und daß

daß auch die dichtesten, welche wir kennen, noch von andern Materien durchdrungen werden können, folglich Zwischenräume (pori) haben, die nicht mit Materie angefüllt seyn müssen. Es giebt daher keine vollkommen dichten Körper, und die Dichtigkeit (densitas) ist nur ein relativer Begriff. Ein Körper heißt dichter, wenn er weniger, und lockerer, wenn er mehr Zwischenräume hat, als ein anderer.

§. 35. Wenn kein Körper vollkommen dicht zu seynen ist (§. 34.), so muß hingegen die Porosität einem jeden Körper zukommen. Es giebt also einen zerstreuten leeren Raum (vacuum disseminatum). Die Figur, die Größe, die Lage und Verbindung dieser kleinsten Zwischenräume ist gewiß eben so verschieden, als ihre Menge bey den verschiedenen Körpern; da sie aber außer den Gränzen unserer sinnlichen Wahrnehmungen liegen, so läßt sich auch darüber nichts weiter sagen.

Rob. Boyle tentamen porologionum, sive ad porositatem corporum tum animalium tum solidorum detegendam. Genevae 1686. 4.

§. 36. Schon der Begriff der Ausdehnung leiht uns darauf, daß die Körper aus Theilen bestehen. Da wir uns nun hier, durch das Beieinanderseyn der Theile der Körper, noch keine Kräfte denken, durch die sie mit einander verbunden sind, und die folglich ihrer Trennung von einander Widerstand leisten könnten, so folgt, daß die Körper auch theilbar sind, und daß diese Theilbarkeit allen und jedem Körpern zukommt. Aber auch bey den mit Kräften begabten Materie beweist die Erfahrung ihre Theilbarkeit,

§. 37. Es fragt sich, ob wir diese Theilbarkeit der Körper bis ins Unendliche annehmen dürfen? — In so fern wir uns auch das kleinste Körpertheilchen nicht anders als ausgedehnt denken können, müssen wir es freylich noch als aus neben einander befindlichen Theilen bestehend, folglich noch als theilbar ansehen. Aber dies ist auch nur immer Theilung des Raums, und wir können zwar Ausdehnung in Gedanken, aber nicht in der wirklichen Natur, von der Materie absondern. Da der Raum nicht aus reellen, sondern nur aus imaginären Theilen besteht, so ist keiner darunter der kleinste zu nennen, und die Theilbarkeit des Raums ist allerdings unendlich, wie sich erweisen läßt.

Man ziehe (Fig. 1.) die Parallellinien AB und CD; auf beide errichte man eg und fh senkrecht, und beschreibe so das Parallelogramm efgh. Wird nun aus g die Linie gf gezogen, so wird das Parallelogramm dadurch in die beiden Dreiecke gef und ghf getheilt. Wenn aus eben diesem Punkte g die Linien gk, gl, gm gezogen werden, so wird das Dreieck ghf dadurch immer in kleinere Theile getheilt. Da es nun ausgemacht ist, daß sich die Linie AB ohne Ende verlängern läßt, und da man ferner aus dem Punkte g gegen alle Punkte der unendlich verlängerten Linie AB eine Linie ziehen kann, ohne daß sie endlich mit CD zusammenfiel, weil diese sonst mit AB nicht parallel wäre, welches der Voraussetzung zuwider ist; so folgt, daß das Dreieck ghf dadurch in unendlich viele Theile getheilt, und daß diese Theilung ohne Ende fortgesetzt werden könne.

Oder (Fig. 2.) man ziehe auf AB die Linie IC senkrecht, und beschreibe nun mit dem Halbmesser DC den Bogen CK, und mit dem Halbmesser FC den Bogen CL. Der Augenschein lehrt es, daß der Bogen LC der geraden Linie AB näher komme, als der Bogen CK. Der mit dem Halbmesser GC beschriebene Bogen CM kommt ihr noch näher, und der mit dem Halbmesser CH beschriebene noch mehr, und so immer fort, je größer der Radius ist, mit welchem der Bogen beschrieben wird. Der Raum KCB wird dadurch immer mehr getheilt. Weil sich nun die Linie CI nach I zu ohne Ende verlängert annehmen läßt, so lassen sich auch

auch mit dem ohne Ende wachsenden Radius CI durch den Punct C unendlich viele immer größer werdende Bogen ziehen, die der Linie AB immer näher kommen, ohne daß endlich ein solcher Bogen mit AB zusammenfallen könne, indem er sonst nicht von seiner Tangente, und die krumme Linie nicht von der geraden unterschieden wäre. Der zwischen KCB befindliche Raum wird solchergestalt ohne Ende getheilt werden können.

§. 38. Von dieser unendlichen Theilbarkeit des Raumes gilt aber nun kein Schluß auf die unendliche Theilbarkeit der Materie im Raume. Weil wir uns jedes Körperliche nicht anders als ausgedehnt denken können, so wird freylich das kleinste Körpertheilchen für uns noch kein mathematischer Punct seyn können; da aber die Materie nicht aus imaginären, sondern aus reellen Theilen besteht, so würde es einen Widerspruch in sich selbst enthalten, in einem begränzten oder endlichen Raume eine unendliche Menge reeller Theile anzunehmen.

§. 39. Wir müssen also in Ansehung der Theilbarkeit der Materie der Körper endlich bey Theilen stehen bleiben, die die kleinsten und als die Gränzen der physischen Theilung anzusehen sind. Diese allerlesten Theile der Materie, die nicht weiter physisch theilbar sind, nennt man Atome. Aus subjectiver

der Materie unterworfen sind, und die wir nur aus Erfahrung, nicht a priori, kennen lernen.

§. 40. Ohngeachtet wir bey der wirklichen Theilung der Materie der Körper diese Atome (§. 39.) derselben wol nie erreichen möchten, und die letzte Gränze ihrer Theilbarkeit nicht kennen, so kann die physische Theilung doch bis zum Erstaunen weit getrieben werden, und die Natur und Kunst vermag Theilungen der Materie vorzunehmen, die nach den Begriffen minder Unterrichteter unglaublich scheinen können.

Beispiele solcher bewundernswürdig großen Theilungen der Materie geben:

1) Die Materie des Lichts. Durch ein kleines Loch in einem Kartenblatt, dicht vors Auge gehalten, übers sehen wir eine beträchtliche Menge irdischer Gegenstände. Die Folge aber wird lehren, daß von jedem sichtbaren Puncte Lichtkegel ins Auge kommen, deren Grundfläche das Loch ist, durch welches wir sehen, und deren Spitze sich am sichtbaren Puncte findet. Diese Lichtkegel müssen unzählbar seyn, weil wir eine unzählbare Menge sichtbarer Puncte wahrnehmen können; und diese Lichtkegel müssen bey ihrem Durchgange sich auch nicht unter einander verwirren und aufhalten.

2) Riechende Ausflüsse. Eine Cubiklinie Lavendelöl kann die Luft eines Zimmers mit seinem ganzen Geruch ausfüllen, wenn es dinstung gebracht wird. Es lang, 18 Fuß breit und so angenommen würde, daß in ses Zimmers nur vier ried bestnds wären, so wäre das Cubiklinie des Oels in 47297,9

G. Sigaud de la Fond
dern Berechnungen 1
Theilung der Materie
f. Rob. Boyle du mira
c. 2.

3) Die Dehnbarkeit des Goldes. Ein Gran Gold kann von geschickten Goldschlägern nach Reaumur zu 364 Quadrat Zoll (paris. M.) und darüber ausgedehnt werden. Rechnen wir für jeden Zoll Länge ab mit den

den Augen erkennbare Theile, so wird jeder Quadratzoll $200 \cdot 200 = 40000$ Quadrate bekommen, deren jedes $\frac{1}{25}$ eines Zolles zur Seite hat, und mit den Augen zu unterscheiden ist. Nun haben wir aber 36 $\frac{1}{2}$ Quadratzoll, folglich 1,460000 dergleichen Quadrate. Das Blattgold aber ist auf beiden Seiten sichtbar, und so erhalten wir 2,920000 mit den Augen erkennbare Theile an einem Gran Gold.

Noch weiter geht die Sichtbarmachung der Theile des Goldes bey der Vergoldung in der Verfertigung des Draths zu den goldenen Treffen. Nach Reaumur wird dazu eine cylindrische Stange Silber von 22 Zoll Länge und 15 Linien im Durchmesser mit einer Unze Gold vergoldet. Beym Durchziehen durch immer engere Drathzüge und bey dem Glätten wird dieselbe endlich zu einer Länge von 110 französischen Weilen, und darüber, ausgedehnt, woben das Gold die ganze Oberfläche bedeckt. Die Unze Gold bildet also hier einen Cylinder von $110 \times 2000 = 220000$ Klaster $\times 6' = 1,320000$ Fuß $\times 12 = 15,840000$ Zoll $\times 12 = 190,080000$ Linien. Nimmt man an, daß in der Länge einer Linie 12 erkennbare Theile, und auf dem Drathe wenigstens 2 Flächen zu unterscheiden sind, so wären hierbey von einer Unze Gold $12 \times 2 \times 190,080000 = 4561,920000$ Theile sichtbar gemacht worden, welches für einen Gran $= \frac{1}{25}$ Unze 9,295666 erkennbare Theile ausmacht.

Reaumur, in den *Mém. de l'acad. roy. des sc. de Paris*, 1713. S. 203. ff.

4) Die metallischen Niederschläge. Man löse 4 Gran Eisenvitriol in 2 Kannen Regenwasser auf, und tröpfele dazu von der geistigen Galläpfeltinctur, so wird nach dem Umrühren die Flüssigkeit durchaus keine schwarze Farbe annehmen. Die Kanne Wasser ist zu 36 Unzen gerechnet, und die Unze zu 480 Tropfen; wir haben also $2 \times 36 \times 480 = 34,560$ Tropfen, die alle schwarz gefärbt sind, und den Eisenniederschlag enthalten. Das Eisen in 4 Gran Eisenvitriol beträgt nun in jedem Tropfen nur $\frac{1}{560}$, so wäre hierbey $34,560 = 1,382400$ erkennbare

1 Gran Kupfer in Calmias Eubizoll (rheint.) destillirt blau, und leidet hierbey keine Vertheilung in Theile.

Gran Cochenille mit etwas Wasser färbt die vorige Menge des Wassers

Alirtes Wasser roth; und erleidet eben so starke Vertheilung.

Muschenbroek introd. ad philos. natur. §. 72. n. 4. §.

6) Das Gespinnste der Spinnen, Seidenwürmer. *E. Rob. Boyle* a. a. O. und *Keaumur* a. a. O.

§. 41. Die Menge der materiellen Theile, die in einem bestimmten Raume eines Körpers enthalten sind, nennt man die Masse desselben, und die Größe dieses Raumes den Inbegriff (volumen) des Körpers. Da die Ausdehnung nicht allein das Wesen eines Körpers ausmacht (§. 31.), sondern auch zugleich die Materie; so sieht man leicht, daß die wahre Größe der Körper nicht allein aus dem Inbegriffe, sondern aus Vergleichung dieses mit der Masse bestimmt werden müsse.

§. 42. Erfahrungsgründe überzeugen uns nun, daß die Theile der Materie den Inbegriff des Körpers nicht so ausfüllen, wie die Theile des Raums den Raum, und daß die Körper nicht einerley Dichtigkeit haben, folglich auch nicht einerley Menge von Materie in gleichem Raume enthalten können (§. 34.). Der dichtere Körper ist also der, welcher mehr, der lockerere, welcher weniger Masse bey einem Raume enthält.

§. 43. Da Dichtigkeit ein relativer Begriff ist, so läßt sich auch dieselbe an sich bey einem einzelnen Körper nicht bestimmen, sondern man kann nur die Verhältnisse der Dichtigkeiten angeben. Man müßte also die Dichtigkeit eines Körpers zur Einheit annehmen, und damit die Dichtigkeiten anderer Körper vergleichen, um zu finden, ob sie größer oder geringer wäre, als die zur Einheit angenommene Dichtigkeit. Wenn nun vorausgesetzt wird, daß die Materie der

Kör

Körper in ihrem Raume gleichförmig verbreitet ist, so fließen zur Bestimmung der Dichtigkeiten aus der Vergleichung des Inbegriffs und der Massen folgende Regeln:

- 1) Körper von gleichem Volum verhalten sich in ihren Dichtigkeiten wie ihre Massen.
- 2) Körper von gleichen Massen verhalten sich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt, wie ihre Volumina.
- 3) Körper von ungleichem Volum und Massen verhalten sich in ihren Dichtigkeiten wie die Quotienten der Massen durch die Volumina.

Es seyen nemlich die Volumina zweier Körper V, v , ihre Massen M, m , und das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten D, d ; so ist nach 1), wenn $V = v$, $D : d = M : m$; und nach 2), wenn $M = m$, $D : d = v : V$. Nehmen wir nun noch einen dritten Körper, dessen Masse der des ersten $= M$, und dessen Volum dem des zweyten $= v$ sey, und dessen Dichtigkeit sich zu denen der beider ersten verhalte, wie $\delta : D$ und $\delta : d$, so ist:

für den ersten und

dritten nach 2), $D : \delta = v : V$

für den dritten und

zweyten nach 1), $\delta : d = M : m$

folglich für den ers-

ten und zweyten, $D : d = Mv : mV = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$.

Es folgt also hieraus, daß die Dichtigkeit in geradem Verhältniß der Masse und in umgekehrtem des Volums zunehme; ferner daß die Volumina in geradem Verhältniß der Massen und im umgekehrten der Dichtigkeiten

stehn, oder daß $V : v = \frac{M}{D} : \frac{m}{d}$; und endlich, daß die Massen im geraden Verhältniß der Dichtigkeiten und Volumina stehn, oder daß $M : m = DV : dv$.

§. 44. Wenn aber nun diese Regeln ihre Anwendung finden sollen, so ist es nöthig, daß wir die Massen der Körper ermessen, oder die Quantität ihrer

rer Materie bestimmen können. Dies würde durch Zählung der Atome der Materie, die in dem bestimmten Raume des Körpers enthalten sind, geschehen müssen. Dies ist aber practisch unmöglich, weil wir die Atome der Körper durch Theilung nicht erreichen können (§. 40.), und uns dabei unsere Sinne überhaupt verlassen. Man hat daher gesucht, die relative Quantität der Körpertheilchen in einem begrenzten Raume durch das Maas der Wirkung ihrer Kraft, z. B. durchs Gewicht, zu bestimmen; aber auch dabei ohne Beweis angenommen, daß die Kraft der Schwere alle materiellen Theile aller Körper afficire. Wenn dies aber nun nicht so ist, so sieht man leicht, daß wir gar kein Maas zur Bestimmung der Massen haben; daß wir, nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen, die Massen der Körper gar nicht mit einander vergleichen, und überhaupt die wahre GröÙe der Körper (§. 41.) nicht ermessen können. Durchs Gewicht erkennen wir nur die Masse der schweren Theile.

In der ganzen Mechanic versteht man immer nur Gewichte, wenn von Massen die Rede ist.

§. 45. Wir finden bei einiger Aufmerksamkeit auf die Körper in der Natur eine sehr große Mannigfaltigkeit ihrer Wirkungen, und unzählige Verschiedenheiten ihrer Eigenschaften. Man verfällt in Spitzfindigkeiten, wenn man bei der Annahme einer völligen Gleichartigkeit der Materie in Ansehung ihrer Grundkraft, die Verschiedenheit ihrer Wirkungen, wovon uns die Sinne belehren, aus der verschiedenen GröÙe, der verschiedenen Zahl, der verschiedenen Stellung, und der verschiedenen Gestalt der Atome der verschiedenen Körper erklären wollte.

wollte. Da wir von dieser allen nichts durch unsere Sinne entdecken und erfahren können, so heißt dies überhaupt nicht erklären, sondern erdichten. Wenn wir nach dem Grunde des zureichenden Grundes aus der Verschiedenheit der Wirkungen unter allen Umständen, auf die wesentliche Verschiedenheit von Ursachen zurückschließen können, und nun diese Ursachen Kräfte nennen wollen, so dürfen wir auch aus der Verschiedenheit der Wirkungen der Materie auf ihre wesentliche und ursprüngliche Verschiedenheit nach ihren Grundkräften, und in dieser Rücksicht auf eine eigenthümliche Ungleichartigkeit der Materie schließen, wobei wir gern gestehen wollen, daß wir von dieser Ursach an sich nichts weiter wissen, und nur ihre Wirkung kennen. Obgleich die Zahl dieser Grundkräfte gering ist, so kann doch die Mannigfaltigkeit der Verbindungen derselben in ihrer Grundkraft wesentlich verschiedenen Materien in unzähligen Verhältnissen, die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Wirkungen und Eigenschaften der verschiedenen Körper in der Welt hervorbringen.

§. 46. Die Masse eines Körpers ist also nur dann gleichartig, wenn alle durch physische Theilung aus demselben erhaltene Theile ihrer Natur nach dem Ganzen, von dem sie herrühren, und unter einander selbst, ähnlich, und nur an Größe davon verschieden sind; ungleichartig hingegen, wenn die Theile weder dem Ganzen, wovon sie genommen sind, noch sich selbst, in ihren Eigenschaften oder in ihrer Natur ähnlich sind. Körper von ungleichartiger Masse sind diesem Begriffe nach eigentlich als eine Anzahl mehrerer mit einander vermengter

Körper anzusehen, wovon jedes ungleichartige Theilchen als ein für sich bestehendes Ganzes angesehen werden sollte.

Beispiele von Körpern, deren Masse gleichartig ist, geben reines Wasser, reine Metalle; deren Masse ungleichartig ist, Granit, Porphyr, u. d. gl.

§. 47. Aber auch solche Körper, deren Masse sich durchaus gleichartig den Sinnen zeigt, können demohngeachtet aus ungleichartigen Stoffen zusammenge setzt seyn. Die Chemie zeigt die Mittel, diese Zusammensetzung aufzuheben, die zu einer dem Ansehen nach gleichartigen Masse verbundenen Stoffe zu scheiden und abzusondern, und sie unterstützt in dieser Absicht die Naturlehre auf eine vorzügliche Weise, um die Wirkungen eines solchen Körpers gehörig zu beurtheilen.

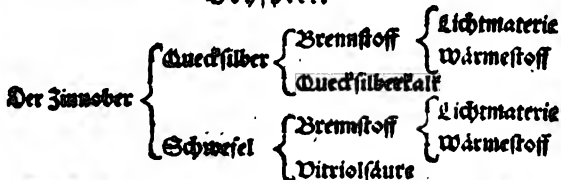
§. 48. Wir müssen solcherge stalt die chemische Theilung von der physischen, von der in dem Vorhergehenden geredet wurde, wohl unterscheiden. Die letztere liefert uns bey den Körpern, deren Masse sich durchaus gleichartig ist, lauter Theile, die dem Ganzen, wovon sie herrühren, so wie unter einander selbst, in ihrer Natur ähnlich, und nur in der Größe von jenem verschieden sind. Man nennt sie gleichartige Theile (*partes similes*), auch Grundmassen, Theilganze, ganze Theile, Ergänzungstheile (*partes integrantes*). Durch die chemische Theilung aber erhalten wir solche Theile, die weder dem Ganzen, wovon sie genommen sind, noch sich selbst unter einander in ihrer Natur ähnlich sind, die aber in gehöriger Verbindung zusammen das Ganze ausmachen. Solche Theile eines Körpers heißen ungleichartige (*partes dissimiles*), auch

auch Bestandtheile oder Grundstoffe (*partes constitutivae, constituentes*).

Beispiele geben: am Zinnober das Quecksilber und der Schwefel; am Spießglase der Spießglasäthia und der Schwefel; an den Metallen die Kalke derselben und brennbares Wesen; an den Oelen die Säure, das Wasser und brennbares Wesen; an dem Glase feuerbeständiges Laugensalz und Kieselenerde; an dem Küchensalze feuerbeständiges mineralisches Laugensalz und Küchensalzsäure; an der reinen Luft das Wasser und der Wärmestoff.

§. 49. Die Bestandtheile (§. 48.), welche man durch die Zerlegung der zusammengesetzten Körper erhält, sind gemeintlich nicht so einfach, daß sie weiter keine ungleichartigen Theile hätten. Wenn sie noch gemischt oder zusammengesetzt sind, so nennt man sie die nähern Bestandtheile (*partes constitutivae proximae, principia proxima*), und ihre weitem ungleichartigen Theile heißen die entferntern Bestandtheile (*partes constitutivae remotae, principia remota*). Solche Grundstoffe der Körper, welche nicht weiter aus ungleichartigen Theilen bestehen, werden Urfanfänge, Urstoffe, Elemente (*principia prima, primitiva, elementa*) genannt.

Beispiel:



Quecksilber und Schwefel sind die nähern Bestandtheile des Zinnobers; und Lichtmaterie, Wärmestoff, Quecksilberkalk und Vitriolsäure seine entferntesten Bestandtheile.

§. 50. Sehr viele Stoffe sind von der Art, daß alle Bemühungen der Kunst nicht zureichen, sie weiter in andere ungleichartige Bestandtheile zu zerlegen. Einige davon kann man wol als wahre Elemente gelten lassen; aber gewiß nicht alle, welche die Kunst nicht weiter zerlegen kann. Sind wir denn deswegen berechtigt, sie für Urfänge zu halten? Oder können wir nicht eben so gut daraus folgern, daß die Kunst ihre Gränzen hat? Die Naturforscher haben bis jetzt über die Anzahl der Elemente, woraus die Körper der Erde zusammengesetzt sind, sehr verschiedene Meinungen gehabt. Es heißt aber der Natur Gewalt anthun, und man verfällt in Spitzfindigkeiten, wenn man die mannigfaltige Zusammensetzung der Körper nur aus der Verbindung einiger sehr wenigen Elemente ableiten will.

Peripatetische Elemente: Feuer, Luft, Erde, Wasser.

Alchemistische oder Paracelsische: Mercurius, Phlegma, Schwefel, Salz, Erde. **Becherische:** Wasser, glasartige Erde (terra prima Becheri), entzündliche Erde (terra secunda Becheri), Mercurialerde (terra tertia Becheri).

Als chemisch einfache Stoffe, die wir nicht weiter in andere ungleichartige Theile zerlegen können, sehe ich folgende an: 1) Wärmestoff, 2) Lichtmaterie (?), 3) magnetische Materie, 4) Wasser, 5) Stoff der Luftsäure, 6) Vitriolsäure, 7) Kochsalzsäure, 8) Flußspathsäure, 9) Borarsäure, 10) Phosphorsäure, 11) Kiesel-erde, 12) Kalk-erde, 13) Bittersalzerde, 14) Thonerde, 15) Schwererde, 16) Zirkonerde, 17) Diamantspatherde, 18) Wachsalkali, 19) Natrium, 20) Platinalkali, 21) Silber, 22) Blei, 23) Kupfer, 24) Zinn, 25) Eisen, 26) Nickel, 27) Zink, 28) Arsen, 29) Antimon, 30) Wismuth, 31) Quecksilber, 32) Schwefel, 33) Phosphor, 34) Stickstoff, 35) Braunstein, 36) Wolframb, 37) Uran, 38) Uranalkali.

Die Salpetersäure ist wahrscheinlich, die Essigsäure, Bernsteinsäure, Benzoesäure, das flüchtige Alkali und die electrische Materie gewiß zusammengesetzt.

Nach

Nach Herrn Lavoisiers System müßten wir folgende einfache Stoffe annehmen: 1) Warmestoff (calorique), 2) Lichtmaterie (lumière), [3] magnetische Materie, 4) Wasserstoff (hydrogène), 5) Sauerstoff (oxygène), 6) Stickstoff (azote), 7) Stoff der Luftsäure (carbone), 8) Schwefel (sulfure), 9) Stoff der Kochsalzsäure (radical muriatique), 10) Stoff der Flußspathsäure (radic. fluorique), 11) Stoff der Boraxsäure (radic. boracique), 12) Phosphor, 13) Kieſelerde, 14) Kaſſerde, 15) Bittererde, 16) Thonerde (alumine), 17) Schwererde, 18) Zirkonerde, 19) Diamantſpatherde, 20) Auſtralerde, 21) Gewächſalkali (potasse), 22) Mineralalkali, (sode), 23) Gold, 24) Platina, 25) Silber, 26) Queckſilber, 27) Bley, 28) Kupfer, 29) Eiſen, 30) Zinn, 31) Zink, 32) Wiſmuth, 33) Spießglas, 34) Nickel, 35) Kobalt, 36) Arſenik, 37) Braunſtein (manganese), 38) Molybden, 39) Wolfram (tungſtene), 40) Uranium.

§. 51. Aus dem bisher Vorgetragenen erhellet, daß man Atome (§. 39.) von Elementen (§. 49.) wohl zu unterscheiden habe. Diese können immerhin aus gleichartigen Theilen zusammengesetzt seyn; bey jenen hingegen sollen weder gleichartige noch ungleichartige Theile stattfinden. Wenn die Theilung der Körper bis zu ihrer letzten Gränze fortgeführt werden könnte, so müßte sie freylich auch wol die Elemente der zusammengesetzten Körper erreichen. Da aber die Erfahrung lehrt, daß wir durch die feinste Zertheilung nie eine Zerlegung eines gemischten Körpers bewirken, so folgt auch, daß unsere physische Theilung nie die Atome erreicht.

* * *

ausdehnung, Undurch-
und Porosität als all-
Materie der Körperwelt
ne andere allgemeine Ei-
g, nemlich Beweglich-
ken.

Zwey

Zweiter Abschnitt.

Keine Bewegungslehre.

§. 52.

Jeder Körper in der Welt muß einen Raum irgendwo in derselben einnehmen. Denkt man sich von einem gewissen Körper den ganzen Weltraum in Gedanken weg, so ist der Theil dieses absoluten Raums, den er einnimmt, der absolute Ort des Körpers (*locus absolutus*); sieht man aber dabei zugleich auf andere Körper, welche eine bestimmte Lage gegen ihn haben, so nennt man es den relativen Ort, oder seine Lage (*locus relativus, situs*). Da aber der absolute Raum selbst keine Realität ist, sondern nur subjective Gründe hat; da ferner keine Ortsbestimmung darin möglich ist, so können wir auch nur den relativen Ort der Körper angeben.

§. 53. Die stetige Veränderung des Orts heißt Bewegung (*motus*). Diese, ohne Beziehung auf andere Körper, oder die Veränderung des absoluten Orts (§. 52.), heißt absolute Bewegung (*motus absolutus*); die Veränderung des relativen Orts, oder der Lage gegen andere Körper, heißt relative Bewegung (*motus relativus*).

§. 54. Beibehaltung des Ortes ist Ruhe eines Körpers (*quies*), die man auch zweifach, als absolute (*quies absoluta*) und als relative Ruhe (*quies relativa*) betrachtet. Beide unterscheiden sich wie absolute und relative Bewegungen (§. 53.).

§. 55. Da aber bey der absoluten Bewegung (§. 53.) und bey der absoluten Ruhe (§. 54.) nur der

der absolute Ort des Körpers in Betracht kommt; hierzu aber kein anderer Körper erfordert wird, als der, welcher den Ort erfüllt; im absoluten Raume aber keine Stelle, folglich keine Ortsveränderung oder keine Beharrung in dem Orte bestimmt werden kann; so kann auch schlechterdings keine absolute Bewegung und keine absolute Ruhe bestimmt werden. Wir können daher auch nur die relative Bewegung und Ruhe der Körper in der Natur bemerken.

§. 56. Da es keinen Körper in der Natur giebt, welcher der Bewegung unfähig wäre, so muß die Beweglichkeit (*mobilitas*), oder die Fähigkeit der Körper, ihren Ort zu verändern, für eine allgemeine Eigenschaft angesehen werden. Mit Recht können wir daher auch Materie für das Bewegliche im Raume definiren; so wie wir oben (§. 32.) Materie für das Undurchdringliche im Raume erklärten.

§. 57. Wir betrachten nun hier die Lehre von der Bewegung der Materie, in so fern sie ein reines Quantum ohne inhärende Kräfte ist; und suchen die Gesetze auf, die eine solche Materie bei der Bewegung befolgt, um so die einfachsten Fälle zu erhalten, die uns in der Folge bei den Phänomenen der mit gewissen Kräften begabten Materie zur Erklärung dienen können. Ich nenne diese Lehre die reine Bewegungslehre, indem dabei die Materie bloß als beweglich zum Grunde gelegt wird; ohne daß die in der Natur damit verbundenen Kräfte darin als existirend gedacht werden.

Wir haben es also hier mit der todtten Materie zu thun, die nicht durch Gravitation, Cohäsion und Expansivkraft afficirt wird.

§. 58. Die relative Bewegung eines Körpers ist in Rücksicht auf die Veränderung der Lage anderer Körper, entweder eine eigene (*motus proprius*), oder eine gemeinschaftliche (*motus communis*). Bey jener verändert ein einziger Körper gegen alle übrigen seine Lage; bey dieser bewegen sich ein oder mehrere andere Körper zugleich mit, verändern aber ihre Lage gegen jenen nicht, oder die bewegten Körper bleiben in relativer Ruhe (§. 54.) gegen einander. Man muß hierbey nicht absolute und gemeinschaftliche Bewegung mit einander verwechseln.

§. 59. Da wir die Bewegung überhaupt nur aus der veränderten Lage der Körper gegen einander beurtheilen, mehrere Körper aber gegen einander in ihrer Lage beharren, oder in relativer Ruhe seyn, und doch eine gemeinschaftliche Bewegung haben können; so sieht man leicht ein, daß man die Bewegung nicht wahrnehmen kann, wenn wir bloß auf die Lage derjenigen Körper gegen einander Rücksicht nehmen, die eine gemeinschaftliche Bewegung haben. Aber bey Wahrnehmungen der veränderten Lagen der Körper gegen einander muß auch bestimmt werden, welcher Körper in Ruhe geblieben und welcher wirklich bewegt worden ist. Dies erhellet nicht immer so geradezu, und es können daher ebenfalls wieder leicht Täuschungen entstehen.

Von der wirklichen (*motus realis*) und scheinbaren Bewegung (*motus apparens*).

§. 60. Wenn ein Körper (oder auch überhaupt ein Theil eines Körpers) seinen relativen Ort verändert, so muß ein zureichender Grund vorhanden seyn, warum er es thut. Diese Ursache, welche Bewegung hervorbringt, oder hemmt, besetzt man
über

überhaupt mit dem Namen einer Kraft, und den Erfolg von dieser Kraft nennt man ihre Wirkung.

§. 61. Ein jeder Körper, der in Bewegung gesetzt worden ist, muß nothwendig in seiner Bewegung beharren, und nicht von selbst wieder zur Ruhe kommen. Dies folgt ganz klar aus dem Satze des zureichenden Grundes; eben so als wie die Beharrlichkeit in seiner Ruhe. Ohne zureichenden Grund kann ein Körper weder aus der Ruhe in Bewegung, noch aus der Bewegung wieder von selbst in Ruhe gesetzt werden. Diese Fähigkeit der Körper, in ihrem Zustande, der Ruhe oder der Bewegung, zu beharren, nennt man die Trägheit (inertia) des Körper. Sie ist also die Anwendung des Satzes vom zureichenden Grunde auf Ruhe und Bewegung der Körper; oder sie ist die Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung. Sie ist keinesweges als eine besondere Kraft der Körper oder der Materie anzusehen, und daher ist der Keplersche Ausdruck Trägheitskraft, Kraft der Trägheit mit Recht zu tadeln. Denn daß ein Körper, der in Ruhe ist, in Ruhe, und der in Bewegung ist, in Bewegung bleibt, und im letztern Falle weder seine Richtung, noch seine Geschwindigkeit von selbst ändert, das setzt keine eigene Kraft voraus. Um seinen Zustand zu ändern, dazu ist Kraft erforderlich, nicht aber um in seinem Zustande zu bleiben. Eine Reizung oder ein inneres Vermögen der Körper zur Ruhe würde mit der Einrichtung unserer Welt nicht bestehen können.

§. 62. Das erste und allgemeinste Gesetz der Bewegung heißt diesemnach: Ein jeder Körper,

er

er sey in Ruhe oder in Bewegung, verbleibe immerfort in diesem Zustande gleichförmig, wenn er nicht durch eine Kraft aus demselben gebracht wird. Die Erfahrung kann dies Gesetz nur unvollkommen auf der Erde bestätigen.

Gleichförmig geht hier auf Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung.

Erläuterungen durch Beispiele an den Himmelskörpern, an einem segelnden Schiffe, am Schlittschuhlaufen, u. d. gl. m.

§. 63. Wenn ein Körper, der durch eine Kraft in Bewegung gesetzt wird, auf einen andern ruhenden trifft, so muß er vermöge seiner Trägheit sich weiter fortzubewegen streben. Dies kann er aber nicht, ohne in den Ort des andern einzudringen. Da aber beide undurchdringlich sind, so können sie nicht zugleich einerley Ort einnehmen. Liegt nun der andere ruhende frey, so wird er sich natürlicherweise auch in Bewegung setzen, und fortbewegen. Denn nun ist eine Ursach da, warum er seinen Zustand ändert, und den der Ruhe mit Bewegung vertauscht. Diese Wirkung des erstern auf den andern nennt man die Mittheilung der Bewegung, die entweder so geschieht, daß der bewegende nach der Mittheilung der Bewegung in den bewegten noch immerfort wirkt, oder nicht. Im erstern Fall nennt man sie einen Druck (pressio); im letztern einen Stoß (percutio).

§. 64. Wenn ein Körper aus der Ruhe in Bewegung gesetzt werden soll, so erfordert er dazu die Anwendung einer Ursach; eben so auch, wenn er in Bewegung ist, und aus dieser in Ruhe versetzt werden soll. Dies folgt aus dem Begriff der Trägheit (§. 61.).

(§. 61.). Aber es fließt nicht daraus, daß der Körper, um aus Ruhe in Bewegung, oder aus Bewegung in Ruhe gebracht zu werden, Widerstand leiste. Widerstand setzt Kraft voraus; die bloß trägen Körper müßten also, um bey Ruhe oder Bewegung zu widerstehen, eine Kraft enthalten, was offenbar mit dem Begriff der Trägheit streitet. Diejenigen also, welche die Trägheit für bloße Anwendung des Satzes vom zureichenden Grunde auf Ruhe und Bewegung der Körper erklären, und doch dem bloß trägen Körper eine innere Neigung, der bewegenden Kraft zu widerstehen in Ruhe und Bewegung, zuschreiben, widersprechen sich selbst. Vermöge der Trägheit erfordern die Körper also zwar eine Ursache, um ihren Zustand der Ruhe oder Bewegung zu ändern; aber die Trägheit giebt ihnen keine Kraft des Widerstandes in Ruhe oder Bewegung.

§. 65. Wenn aber nun die Trägheit der Materie ihr nicht die Kraft ertheilt, zu widerstehen in Ruhe oder Bewegung, so folgt von selbst, daß die träge Materie die zur Aenderung ihres Zustandes der Ruhe oder Bewegung angewandte Kraft nicht vermindert, in so fern sie bloß träge ist, und ihr keine Kräfte inhäriren, die jener Kraft entgegenwirken, und sie dadurch freylich vermindern können. Die bloß träge Masse des beweglichen Körpers ist also gar kein Hinderniß seiner Beweglichkeit; und diese steht in keinem Verhältniß mit der trägen Masse. Die doppelt, dreysach, u. s. w. so große Masse ist also eben so beweglich, als die einfache Masse.

Eben so wenig können auch die bloß trägen Körper vermöge ihrer Trägheit der bewegenden Kraft sogar entgegen-

gegenwirken, und die Versuche, welche *Zambergae* (*Elementa physices*, *Ien.* 1735. S. 12 f.) zum Beweise dieser Behauptung anführt, haben einen ganz andern Grund. Es sind folgende: 1) auf einem Teller scheint sich Sand gegen die Richtung des Stoßes zu bewegen; 2) eine Münze auf einem Kartenblatte, das auf einem Krügelglase liegt, fällt ins Glas, wenn das Kartenblatt fortgeschwungen wird; 3) ein Glas wird von einem starken Schläge an einen Tobakspfeifenstiel nicht umgeworfen, 4) wol aber in der entgegengesetzten Richtung des Schläges; 5) dünne Gläser werden durch einen starken Schlag auf einen Tobakspfeifenstiel, der auf ihren Rändern liegt, nicht zerbrochen; 6) dünne Menschenhaare dadurch nicht zerrissen, und 7) ein Waas gebalgt nicht aus der Ruhe gebracht. — Es folgt bloß aus diesen Versuchen, daß dabey zur Fortpflanzung der Bewegung Zeit erfordert wird.

§. 66. Jeder Körper, welcher sich bewegt, muß nothwendig an einander gränzende Theile des Raumes durchgehen, da er nicht zugleich in allen Theilen des Raumes auf einmal seyn kann. Die Länge dieses Raumes, worin sich der Körper bewegt, heißt seine Bahn, oder sein Weg.

§. 67. Wenn sich bey einem Körper alle Theile durchaus auf einerley Weise bewegen, so braucht man auch nur die Bewegung eines einzigen Punktes zu betrachten; und jede Bewegung eines Körpers läßt sich also auch als Bewegung eines einzigen Punktes, folglich die Bahn des bewegten Körpers (§. 66.) als eine Linie ansehen. Die gerade Linie nach der Gegend, nach welcher ein bewegter Punkt entweder seinen ganzen Weg hindurch, oder nur an einer einzelnen Stelle desselben, fortgeht, heißt die Richtung (*directio*) seiner Bewegung.

§. 68. Da ein bloß träger Punkt, eben weil er träge ist, seinen Zustand nicht von selbst ändern kann, so muß auch bey seiner Bewegung die Bahn,
in

in der er vermöge seiner Trägheit beharrt, immer geradlinigt seyn, und seine Richtung muß unverändert seyn. Die Aenderung der Richtung ist Aenderung des Zustandes der Bewegung, wozu der Körper nicht von selbst kommen kann; und so oft sie erfolgt, muß eine Kraft wirksam seyn, die sie hervorbringt. Aendert sich nun durch irgend eine Kraft die Richtung des bewegten Körpers alle Augenblicke und an jeder Stelle des Weges, so ist die Bewegung krummlinigt (*motus curvilineus*), und die Richtung wird an jeder Stelle der krummlinigten Bahn durch die Tangente der krummen Linie an dieser Stelle bestimmt.

§. 69. Der Raum, durch welchen sich die Körper bewegen, heißt auch das Mittel, das Mittelding (*medium*). Hier nehmen wir ein solches an, das der Bewegung kein Hinderniß entgegensetzt, und keinen Widerstand zu leisten vermag. Er heißt alsdann ein freyes oder leeres Mittel (*medium vacuum, liberum*); sonst aber ein widerstandleistendes (*medium resistens*).

§. 70. Jede Bewegung setzt nicht allein einen Raum voraus, worin sie geschieht (§. 66.), sondern auch eine Zeit. Wenn (Fig. 3.) die Punkte A und B aus einander liegen, und die Linie AB die Bahn eines Punktes vorstellt, so kann der Punkt, der sich von A nach B bewegt, nicht in A und B zugleich seyn. Der Augenblick, da er in A ist, ist verschieden von dem, da er in B ist. Dies findet statt, so klein auch die Entfernung des Punktes A von B ist. Die Dauer zwischen dem Uebergang des Punktes bey seiner stetigen Ortsveränderung aus ei-

ner

ner Stelle seiner Bahn in die andere ist die Zeit. Auch die kleinste Bewegung erfordert Zeit.

Hier geht uns der Streit der Metaphysiker, ob die Zeit ein ens reale oder eine relatio sey, wiederum gar nichts an. Wir betrachten sie als relatio, oder als ordo successivorum.

§. 71. Die gleichen Räume nun, die bey einer gleichförmigen Bewegung eines Körpers beschrieben werden, dienen, die Dauer irgend einer andern Bewegung, oder die Zeit zu messen.

So bedienen wir uns im gemeinen Leben der Bewegung der Sonne, sowol ihrer jährlichen, als ihrer täglichen, oder vielmehr der Bewegung der Erde um die Sonne und um ihre Achse, zum Maas der Zeit, und ein Jahr ist die Zeit, worin die Erde ihren Umlaufskreis um die Sonne beschreibt; ein Tag ist die Zeit, worin die Erdkugel eine ganze Umdrehung um ihre Achse vollendet. — Eine Stunde ist die Zeit, worin der Zeiger einer richtig gehenden Minutenuhr den ganzen Raum eines Kreises durchläuft; eine Minute ist die Zeit, worin eben dieser den 60sten Theil des Kreises beschreibt, u. s. w.

Bei den Astronomen heist wahre Sonnenzeit (*tempus solare verum*) die, welche vom wirklichen jährlichen Lauf der Sonne gemessen wird; mittlere Sonnenzeit (*tempus sol. medium, aequale*) die, bey welcher eine mittlere oder erdichtete Sonne angenommen wird, die ihre Bewegung im Kreise gleichförmig vollendet, und zwar in eben der Zeit, in der die wahre Sonne ihren ungleichförmigen Weg zurücklegt. — Der Sternentag (*tempus primi mobilis*), der durch die immer gleichförmige Umdrehung der Erde um ihre Achse gemessen wird, gewährt uns ein beständiges, immer gleichförmiges, Zeitmaas.

§. 72. Die Vergleichung des Raumes und der Zeit bey der Bewegung eines Körpers giebt den Begriff von der Geschwindigkeit (*celeritas, velocitas*) desselben. Er ist ein relativer Begriff, und Geschwindigkeit läßt sich nur angeben, wenn man eine gewisse Zeit, oder einen gewissen Raum, worin die Bewe-

Bewegung eines Körpers gleichförmig geschieht, zur Einheit annimmt, und damit eine andere Bewegung vergleicht. Sie ist also der Raum, welchen ein Körper in einer zur Einheit angenommenen Zeit durchläuft, oder die Zeit, welche ein Körper braucht, um einen zur Einheit angenommenen Raum zu durchlaufen.

§. 73. Wenn ein Körper in gleichen Zeiten gleiche Räume durchläuft, oder wenn seine Geschwindigkeit gleich bleibt, so nennt man seine Bewegung eine gleichförmige Bewegung (*motus aequabilis, uniformis*). Ist aber die Geschwindigkeit des Körpers während der Bewegung nicht immer gleich, oder durchläuft er in gleichen Zeiten ungleiche Räume, so heißt die Bewegung eine veränderte oder ungleichförmige (*motus variatus, inaequabilis*). Dabey nehmen die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume entweder ab, oder sie nehmen zu. Im erstern Falle heißt die veränderte Bewegung eine verminderte (*motus retardatus*); im letztern eine beschleunigte (*motus acceleratus*). Beide können so seyn, daß die Geschwindigkeit in jedem gleich großen Zeittheile gleich stark oder ungleich stark wächst oder abnimmt, und daß also eine gleichförmig beschleunigte (*motus uniformiter acceleratus*), oder gleichförmig verminderte (*motus uniformiter retardatus*); oder daß eine ungleichförmig beschleunigte (*motus inaequaliter acceleratus*), oder ungleichförmig verminderte (*motus inaequaliter retardatus*) stattfindet.

§. 74. Aus der Vergleichung des Raumes und der Zeit bey der gleichförmigen Bewegung der Körper fließen dann folgende Sätze:

1) Die Geschwindigkeiten zweier bewegten Körper verhalten sich wie die Räume, wenn die Zeiten gleich sind.

2) Die Geschwindigkeiten zweier bewegten Körper verhalten sich verkehrt wie die Zeiten, wenn die Räume gleich sind.

3) Die Geschwindigkeiten zweier Körper überhaupt verhalten sich wie die Producte der Räume in die verkehrt gesetzten Zeiten; oder wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten.

Wenn wir zweier gleichförmig bewegten Körper Geschwindigkeiten C, c , ihre zurückgelegten Räume S, s , und die dazu verwandten Zeiten T, t , nehmen, so ist

nach 1), wenn $T = t$, $C : c = S : s$,

nach 2), wenn $S = s$, $C : c = t : T$.

Nehmen wir nun noch einen dritten Körper an, dessen Geschwindigkeit K heißt, und dessen bey seiner Bewegung zurückgelegter Raum dem des ersten Körpers $= S$, und die dazu verwandte Zeit der des zweyten $= t$ sey,

so ist für den ersten und dritten,

(weil $S = S$),

$$C : K = t : T,$$

und für den dritten und zweyten, (weil $t = t$),

$$K : c = S : s,$$

folglich für den ersten und zweyten

$$C : c = St : tT = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}.$$

Es folgt hieraus weiter, daß zweier bewegten Körper zurückgelegte Räume (S, s) im geraden Verhältniß der Zeiten (T, t) und der Geschwindigkeiten (C, c) sind, oder daß $S : s = CT : ct$ sey; ferner, daß die Zeiten im geraden Verhältniß der Räume und im umgekehrten der Geschwindigkeiten sind, oder daß $T : t =$

$$\frac{S}{C} : \frac{s}{c} \text{ sey.}$$

§. 75. Aus dem Begriffe der Trägheit fließt, daß jeder in Bewegung begriffene, bloß träge, Körper in der einmal erhaltenen Geschwindigkeit gleichförmig beharren muß, so gut, wie in seiner Richtung (§. 68.). Wendet sich nun die Geschwindigkeit oder die Richtung,

tung; so muß eine Urfach dafür, die es bewirkt. Es folgt hieraus das zweite allgemeine Gesetz der Bewegung: Jede Geschwindigkeits- und Richtungsveränderung einer Bewegung ist der bewegenden Kraft proportional, und geschieht nach der Richtung dieser Kraft. Die Geschwindigkeit der Bewegung kann nemlich nur um soviel zunehmen, als die bewegende Kraft selbst mehr Geschwindigkeit hat, nicht um mehr; und die Veränderung der Richtung muß nach der Richtung der bewegenden Kraft geschehen, weil nur nach dieser, und nach keiner andern zu gehen, jetzt ein zureichender Grund vorhanden ist.

§. 76. Jede veränderte Bewegung (§. 73.) setzt also eine Urfach der veränderten Geschwindigkeit voraus, die im Augenblicke der Veränderung wirksam ist. Da nun jede veränderte Bewegung für jeden untheilbaren Augenblick, oder jeden unendlich kleinen Zeittheil, als gleichförmig angesehen werden kann, so können auch für diesen Augenblick Räume, Zeiten und Geschwindigkeiten durch die Gesetze der gleichförmigen Bewegung ausgedrückt werden. Oder man kann sich jede ungleichförmige Bewegung so vorstellen, als wenn sie in unendlich kleinen Zeiten gleichförmig wäre, und in jedem unendlich kleinen Zeittheile ein unendlich kleiner Theil des Raums mit der unveränderten Geschwindigkeit zurückgelegt würde, welche der bewegte Punkt im Anfange dieses Zeittheilchens hatte. Wenn nun eine unveränderliche und stetige Kraft auf den trägen ruhenden Körper wirkt, und während seiner ganzen Bewegung zu wirken fortfährt, so muß er in eine gleichförmig beschleunigte Bewegung kommen (§. 73.). Die Geschwindigkeit

mit der es schon vermöge seiner Trägheit durch den ersten Impuls der Kraft fortgehen würde, muß durch die ununterbrochen fortdauernde Einwirkung der Kraft stetig zunehmen und wachsen, und die Zunahme dieser Geschwindigkeiten muß also in gleichen Zeiten gleich seyn. Hier wächst zwar nur in jedem noch so kleinen Zeittheilchen die Geschwindigkeit nach dem Gesetz der Stetigkeit, und die Geschwindigkeit ist in jedem folgenden Punkte schon größer, als im vorhergehenden; man kann aber annehmen, daß die Geschwindigkeit durch das ganze Zeittheilchen so groß bliebe, als sie im Anfang desselben war, und daß erst nach Endigung des Zeittheilchens der Zusatz der Geschwindigkeit urplötzlich hinzukäme, der eigentlich während des Zeittheilchens allmählig hinzukam. Diese am Ende des Zeittheilchens vom Anfang desselben an erlangte Geschwindigkeit kann man die **endliche Geschwindigkeit** (*velocitas finalis*) nennen.

§. 77. Die n (§. 76)
müssen sich bey de en Bewe
gung, wie die u e, oder,
wie die Zeit von an, vers
halten, weil der ieden un
endlich kleinen A druck er
hält, der sich mit den bereits empfangenen vereinigt.

Wenn wir die endliche Geschwindigkeit v und das Zeittheil t nennen, so ist $v = t$, und $v : V = t : T$.

§. 78. Man kann daher diese erlangten Grade der endlichen Geschwindigkeiten durch die Reihe der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, u. s. w. vorstellen, weil sie wie die Zeittheile selbst wachsen.

§. 79. Wenn der Körper mit der Geschwindigkeit, die er durch die gleichförmig beschleunigte Bewegung in einem endlichen und bestimmten Augenblicke erlangte, hernach gleichförmig fortgeht, so wird diese Geschwindigkeit in dem zweiten dem ersten ähnlichen Augenblicke doppelt so groß seyn, als die in einem und demselben Augenblicke erhaltene zunehmende Geschwindigkeit. Der Raum wird sich also verhalten, wie die Zeit mit der Hälfte der endlichen Geschwindigkeit multiplicirt; und der gleichförmig beschleunigte Körper wird in einer gegebenen Zeit nur halb so weit gehen, als ihn in eben der Zeit seine zuletzt erhaltene Geschwindigkeit geführt haben würde.

Wenn der Raum s heißt, so wird $s = \frac{vt}{2}$, und $s : S = \frac{vt}{2} : \frac{VT}{2} = vt : VT$.

Wenn die Zeiten gleich sind, so verhalten sich die Räume, aber nur so, wie die Geschwindigkeit ist, d. h. wie die Zeit aus der sie hervorgeht.

ies rechts
(Fig. 4.)
und BC
igkeit an.
als um
AD, DE
Zeit aus
ommene
erstellen.
, E, F,
ehen, so
nen Aus
gens

genbliche erhaltene Geschwindigkeit vorstellen; und so wie eine durch eine stetige Kraft zunehmende Geschwindigkeit gleichförmig wächst, so wächst auch jede Ordinate gleichförmig, nach eben der Progression, 0, 1, 2, 3, 4, u. s. f. Wenn Dd den im ersten Augenblick AD erhaltenen Grad der Geschwindigkeit ausdrückt, so wird Ee den Grad der Geschwindigkeit ausdrücken, der im zweiten Augenblicke DE erhalten worden. Weil aber $Ee : Dd = AD : AE = 1 : 2$, u. s. f., so werden sich also diese endlichen Geschwindigkeiten wie die Zeithetheile verhalten (§. 77.), und diese endlichen Geschwindigkeiten Dd, Ee, Ff, u. s. f. durch die Reihe der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, u. s. f. vorstellen lassen (§. 78.). Da alle Ordinaten Dd, Ee, Ff, u. s. f., die unendlich nahe sind, den Flächeninhalt des Triangs ABC vorstellen, so wird auch der Flächeninhalt desselben die Summe der in einer endlichen und bestimmten Zeit erhaltenen wachsenden Geschwindigkeit ausdrücken. Wenn nun die Geschwindigkeit, die am Ende der endlichen Zeit AB durch die Grundlinie BC

§. 80. Es folgt hieraus ferner, daß die Räume, welche ein Körper bey dieser gleichförmig beschleunigten Bewegung verschiedene Augenblicke hinter einander zurücklegt, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, u. s. f. wachsen; oder er wird im zweiten Augenblick 3mal, im dritten 5mal u. s. w. so vielen Raum zurücklegen, als im ersten Augenblicke.

Der im zweiten Augenblicke DE (Fig. 4.) zurückgelegte Raum des Trapezii DdEe ist 3mal so groß, als das Dreieck ADd, und der im dritten Augenblicke EF beschriebene Raum des Trapezii EeFf ist 5mal so groß, als ADd, u. s. f.

Im ersten Augenblicke AD: endlich beschrieb der Körper durch die wachsende Geschwindigkeit AD Raum ADd ; die am Ende dieses Zeittheils erhaltene endliche Geschwindigkeit AD würde den Körper in dem folgenden gleichgroßen Zeittheile DE durch einen noch einmal so großen Raum DdEx führen (§. 79.), oder der Körper würde vermöge seiner Trägheit gleichförmig fortgehen; aber die stetige Kraft wirkt während dieses zweiten Zeittheils auf ihn fort, und bringt ihm wiederum so viel neue Geschwindigkeit während dieses zweiten Zeittheils hinzu, als im ersten, so daß er auch noch außer dem Raum DdEx , den er vermöge seiner Trägheit allein durchlaufen würde, den Raum dxe durchlaufen muß. Er legt also in dem zweiten Augenblicke einen 3mal so großen Raum zurück, als im ersten. Am Ende des zweiten Augenblicks wird der Körper die endliche Geschwindigkeit Ee haben, und durch seine Trägheit darin beharren. Er wird damit im dritten Zeittheile den Raum EeFo zurücklegen; aber während dieses dritten Augenblicks wirkt die stetige Kraft auf ihn fort, und bringt ihm einen Zusatz von Geschwindigkeit bei, so daß er noch außerdem durch den Raum $\text{eof} = \text{ADd}$ geht, und also im dritten Augenblicke einen Raum beschreibt, der durch das Trapezium $\text{EeFf} = 5\text{mal ADd}$ ausgedrückt wird, u. s. f.

§. 81. Es verhalten sich diesemnach die Räume, welche vom Anfang der gleichförmig beschleunigten Bewegung an zurückgelegt werden, wie die Quadrate der Zeiten vom Anfang der Bewegung an, oder wie die Quadrate der endlichen Geschwindigkeiten (§. 77.).

Es ist also $s = v^2 = t^2$, und $S : s = V^2 : v^2 = T^2 : t^2$.

Wenn nemlich der wird, so wird im zweiten Zeittheile allein = 5, u den zwey ersten den drey ersten ausmachen. 4 2 und 3, oder 1 gang an.

Zeittheile = 1 gesetzt
beschleunigten Bewegung
im dritten Zeittheile
folglich wird er in
den 1 + 3 = 4, in
den 1 + 3 + 5 = 9
e Quadratzahlen von
im Anfang der Bewe-

Wenn der nach dem ersten Zeittheile AD (Fig. 4.) beschriebene Raum $\text{ADd} = 1$ ist, so wird der durch gleichförmig beschleunigte Bewegung nach zwey Zeittheilen $\text{AD} + \text{DE}$ beschriebene Raum $\text{AEe} = 4\text{mal ADd}$, und

und der nach drei Seiten AD + DE + EF, zurückgelegt Raum AEF = 9mal ADa seyn, u. s. f.

§. 82. Die Kraft, welche die beschleunigte Bewegung der Masse hervorbringt, heist, in so fern sie auf alle Theile der Masse zusammen gleichförmig wirkt, die bewegende Kraft (*vis motrix*); die beschleunigende Kraft (*vis acceleratrix*); hingegen, in so fern sie auf jeden einzelnen Theil der Masse wirkt. Jene ist also das Product der beschleunigenden Kraft in die Anzahl der Theile der Masse, die davon afficirt werden.

Wenn wir also die bewegende Kraft P, die beschleunigende Kraft f, und die Masse M nennen, so ist $P = f \cdot M$, und $P : p = fm : fm$, und eben so ist auch $f = \frac{P}{M}$.

t der bewegten
Producte der
= MV, und
n Kräfte durch
sich verhalten
Raume multis
 t^2 , = MS: ms
e Raume multi-
plicirt
m, oder PS

$$b \Pi = v^2.$$

§. 83. Das Maasß der zur Bewegung angewandten Kraft, oder die Größe der Bewegung (*quantitas motus*), kann, wie jede intensive Größe, nur aus ihrer Wirkung erwiesen werden. Da hier, wo wir die bewegten Körper als bloß träge denken, die Masse gar nicht in Anschlag kommt, indem sie die Beweglichkeit nicht vermehrt, noch vermindert (§. 65.), so kann auch bey der Größe der Bewegung bloß träger Körper nur die Geschwindigkeit allein das Maasß der Kraft bestimmen. Denn

Wenn

wenn Trägheit, Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung ist, so muß auch der Satz, daß die Trägheit der Masse proportional sey, ohne Sinn seyn, indem es so wenig Bede der Gleichgültigkeit, als der Ruhe geben kann.

§. 84. Wenn also die beschleunigende Kraft (§. 82.) in einen Theil der Masse des bewegten Körpers zu wirken aufhöret, so wird dadurch zwar die bewegende Kraft, aber nicht die Beschleunigung der ganzen Masse vermindert werden; und die mit einer durch eine beschleunigende Kraft bewegten Masse verbundene, bloß träge, Materie wird der beschleunigenden Kraft der erstern kein Hinderniß entgegen setzen.

Setzt, es würde in einer Masse M ein Theil m derselben von der Wirkung der beschleunigenden Kraft f auf dieselbe befreiet, und bliebe noch mit den übrigen Theilen verbunden, so wird die jetzige bewegende Kraft $p = f (M - m) < \text{als } P \text{ oder } f \cdot M$ seyn; aber es wird die beschleunigende Kraft dieser beiden mit einander verbundenen Massen oder $g = \frac{f \cdot (M - m)}{M - m} = f$, folglich unverändert seyn.

Von diesem Satze werden wir in der Folge Anwendung zur Erklärung einer bis jetzt sehr problematisch gewesenen Naturbegebenheit machen.

§. 85. Hier, wo wir nur von den Kräften handeln, welche die bloß trägen Körper von außen her afficiren, kann die Größe dieser Kraft nur aus der Beschleunigung ermeßten werden, die sie ertheilt, weil die Masse, in so fern sie träge ist, kein Hinderniß der Beweglichkeit ist. Die Kräfte sind also gleich, wenn sie gleiche Beschleunigung; ungleich, wenn sie ungleiche Beschleunigung haben. Die Masse kommt bei der Schätzung der Kraft eines bewegten Körpers

pers nur in so fern in Betracht, als diese Masse die Zahl der Theile dieses Körpers anzeigt, deren jeder durch die beschleunigende Kraft afficirt wird. Delt in Bewegung befindlichen Körpern selbst, wenn sie bloß träge sind, können wir keine Bewegung

Anstrengung, und dadurch eine Verminderung der Kraft denkt. Kraft wird nur da verwendet, wo Widerstand ist.

§. 86. Eine oder mehrere Kräfte, die nur nach einerley Richtung wirken, können den Körper auch nur nach der geraden Linie bewegen. Die Bewegung, wo ein Körper durch eine Kraft nur nach einerley Richtung getrieben wird, heißt eine einfache Bewegung (*motus simplex*), und man sieht leicht ein, daß jede einfache Bewegung stets geradlinigt seyn müsse.

§. 87. Drittes Gesetz der Bewegung: Zwei gleiche Kräfte (§. 85), die zu gleicher Zeit auf einen Körper nach entgegengesetzten Richtungen wirken, heben sich einander auf, und verursachen keine Bewegung.

Vestätigung durch Versuche mit Segners hydraulischer Maschine, die in der Folge weiter angezeigt werden wird. Bringt man je zwei Lefnungen der vier Scis

tens

tenarme dieser Maschine gegen einander über; so wird sie durch das ausströmende Wasser nicht bewegt.

§. 88. **Viertes Gesetz:** Wenn zwei ungleiche Kräfte zu gleicher Zeit nach entgegengesetzter Richtung auf einen Körper wirken, so erfolgt die Bewegung nach der Richtung der größern Kraft, und zwar mit der Differenz beider Kräfte. Hier ist die Bewegung ebenfalls nur einfach; denn sie erfolgt nur nach der Richtung einer einzigen Kraft.

Bestätigung durch Versuche mit der vorigen Maschine; an der die Oeffnungen von drey Seitenarmen nach einander, die Oeffnung des vierten Armes nach der entgegengesetzten Richtung gestellt ist.

§. 89. Wenn die Richtung der bewegenden Kräfte einander nicht entgegengesetzt ist, so müssen sie einen Winkel einschließen. Da nun ein Körper, der von beiden zugleich getrieben wird, weder nach beiden zugleich gehen, noch ruhen kann; so muß er sich nach einer dritten Richtung bewegen. Man sieht leicht ein, daß dies die Diagonallinie des Parallelogramms seyn werde, von welchem beide Richtungen einen Winkel einschließen, und daß er jene in eben der Zeit durchlaufen würde, welche er gebraucht hätte, wenn er durch jede einzelne Kraft die einzelnen Linien durchlaufen wäre, die den Winkel einschließen.

Setzt, ein beweglicher Punct werde durch eine Kraft AB (Fig. 5.) nach der Direction AB, und durch eine andere Kraft AC, die mit der vorigen einen Winkel einschließt, nach der Richtung AC zu gleicher Zeit sich zu bewegen getrieben, so kann er nicht nach AB und AC zu gleicher Zeit gehen. Er kann aber auch nicht ruhen; denn dies könnte er nur, wenn AB und AC sich einander directe entgegengesetzt und gleich wären. Es bleibe kein anderer Weg für ihn, als der mittlere übrig, und dies ist die Diagonallinie AD des Parallelogramms, das auf die Linien AB und AC aufgesetzt werden kann.

Setzt,

§. 90. Die Bewegung des Körpers heißt in diesem Falle eine zusammengesetzte Bewegung (*motus compositus*), und man versteht unter derselben überhaupt eine jede Bewegung eines Körpers, der von zwey oder mehreren Kräften zugleich getrieben wird, deren Richtungen nicht in einerley gerade Linie fallen. Die beiden Kräfte, deren Richtung ein Winkel einschließen, heißen die äußern Kräfte; die Bewegung durch die Diagonallinie sieht man als durch eine mittlere Kraft hervorgebracht an.

§. 91. Das fünfte Gesetz der Bewegung heißt diesemnach: Wenn ein Körper von zwey Kräften zugleich, nach der Lage der Seiten eines Parallelogramms getrieben wird, so durchläuft er die Diagonallinie desselben in eben der Zeit, worin er durchlaufen würde, wenn nur eine dieser Kräfte vorstelte.

Der Erberhard'schen Dia-
auf ein an beiden Ufern
ist; Anwendung auf den
Rastbaum eines Schiffes,
u. d. gl. Anwendung zur
gegen die Umdrehung

§. 92. Wenn die Länge der beiden Seitenkräften AB , AC (Fig. 5.) die Größe der Kräfte, die zu gleicher Zeit auf den beweglichen Punkt wirken, oder ihre Geschwindigkeit, und die Neigung derselben gegen einander ihre Richtung ausdrückt, so drückt die Diagonale AD des Parallelogramms, das auf diese Linien errichtet ist, die Größe oder die Geschwindigkeit der Kraft aus, welche aus den zu zusammensetzenden, und aus ihrer gleichzeitigen Wirkung entspringt.

§. 93. Da die Diagonale eines Parallelogramms nie so groß seyn kann, als die Summe aller beiden Seiten, so muß auch die durch diese Zusammensetzung entstandene mittelste Kraft (§. 89.) oder Geschwindigkeit kleiner seyn, als die Kraft oder Geschwindigkeit, welche aus den beiden übrigen Kräften entstanden wäre, wenn sie unmittelbar hin auf einander gewirkt hätten. Der Raum, welchen der Körper bei dieser Art der zusammengesetzten Bewegung durchläuft, ist also nie so groß, als die Summe der beiden Räume der einzelnen Bewegung gewesen seyn würde.

§. 94. Der Raum ist desto größer, je kleiner der Winkel wird, welchen die Richtungen der einzelnen Bewegungen einschließen, oder je mehr sie conspiriren; desto kleiner, je größer dieser Winkel wird, oder je mehr sie Divergiren.

Je kleiner nemlich der Winkel CAB (Fig. 4.) der Seitenkräfte wird, desto weniger sind sich diese entgegengesetzt, und desto mehr wird also auch ihre Wirkung conspiriren; und je größer der Winkel wird, desto mehr werden die Seitenkräfte sich einander entgegengesetzt, desto größer wird der Verlust derselben seyn.

Wenn wir GF und GH (Fig. 6.) eben so groß nehmen, als vorher AB und AC (Fig. 5.), aber sie un-

ter

ter einem kleinern Winkel zusammen auf den beweglichen Punct wirken, so wird die Diagonale GD größer werden, als vorher AD (Fig. 5.) war; und wenn diese Kräfte HG und $HD = GE$ (Fig. 6.) unter einem größern Winkel zusammen auf den beweglichen Punct wirken, so wird die Diagonale HE , die er durchläuft, kleiner werden, als AD (Fig. 5.).

§. 95. Jede einfache Bewegung läßt sich ansehen, als ob sie aus zwey andern Kräften zusammengesetzt wäre, deren Richtungen einen Winkel einschließen und von deren gemeinschaftlichen Wirkungen die durch die einfache Kraft hervorgebrachte Richtung die resultirende wäre; da es erlaubt ist, jede gerade Linie als die Diagonale eines Parallelogramms sich vorzustellen. Es läßt sich also eine jede Kraft in zwey andere gleichwirkende zerlegen.

§. 96. Wenn ein Körper durch drey oder mehrere Kräfte getrieben wird, die nach verschiedenen, nicht entgegengesetzten, Richtungen auf ihn wirken, so kann man den Weg finden, den der Körper bey seiner Bewegung nimmt, wenn man erst zwey davon zusammensetzt, die daraus entstandene zusammensetzt mit der dritten wieder zusammensetzt, u. s. w.

Bei

AfgK zieht, wovon die beiden gefundenen Kräfte Al und Ag die Seitenlinien ausmachen.

§. 97. Ein Körper bewegt sich gegen einen andern gerade, wenn seine Directionsline auf der Fläche

Fläche des Körpers senkrecht steht; wenn hingegen diese mit der Fläche einen schiefen Winkel macht, so heißt man die Bewegung eine schiefe. Der Stoß an eine Kugel geht also gerade (directe), wenn die Directionslinie desselben verlängert durch den Mittelpunkt der Kugel geht; in den übrigen Fällen geht er schief (oblique).

§. 98. Die Kraft, welche in einer schiefen Direction auf einen zu bewegenden Körper wirkt, kann, wie eine jede geradlinigte Richtung überhaupt (§. 95.), als eine aus zwey andern zusammengesetzte Bewegung betrachtet werden, wovon eine auf der Fläche des zu bewegenden Körpers senkrecht steht, die andere aber mit der Fläche parallel fortläuft.

Wenn eine Kraft in der schiefen Direction ED (Fig. 8.) auf die Fläche AB wirkt, so wird sie nicht mit der Intensität darauf wirken, als wenn sie senkrecht auf AB stände. Nach dem Satze von der Zerlegung der Kräfte (§. 95.) besteht CD aus der Kraft CE und $CA = ED$, CE geht parallel mit AB , hat also darauf keine Wirkung. Solalich wirkt nur die Kraft ED , nach der Direction ED , und die Größe dieses wirkenden Theils behält sich zur unverminderten Kraft, wie $ED : CD$. Je kleiner der Winkel in D wird, welchen CD mit AB macht, desto kleiner wird die Größe der Wirkung von CD werden; denn desto kleiner wird ED , und umgekehrt.

schiebet nur, nach
bewegenden Kör-
per wirkt nur

, auf die Bewegung
nicht ganz günstig ist
der Widerstand, die

im Durchschnitt durch
den, gleich auf der
der Direction AB , so
daß

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

und die Größe, mit der sie wirkt, verhält sich zu ihrer unverminderten Größe wie $AM : AB$. Sie wirkt nur mit dem Theile der Kraft, der in AM enthalten ist.

§. 166. Nach den bisher betrachteten Arten der Bewegung, sowohl der einfachen, als der zusammengesetzten, muß der bewegte Punkt einen Weg zurücklegen, der eine gerade Linie ist; und diese geradlinigte Bewegung (*motus rectilineus*) vermag seiner Trägheit so lange behalten, bis eine andere Ursache ihn daraus versetzt. Wenn also ein Körper eine krummlinigte Bewegung (*motus curvilineus*) hat, so muß wenigstens noch eine Kraft

lenkt wird, der außerhalb der Richtung seiner Bewegung liegt. Da die Richtungen beider Kräfte einen Winkel einschließen, so kann man sich vorstellen, daß die Bewegung nach der Diagonallinie eines Parallelogramms erfolge, wovon beide Richtungen den Winkel einschließen; daß diese Diagonallinie aber unendlich klein sey, und daß dieserhalb der Körper in jedem Augenblicke eine andere unendlich kleine Diagonallinie beschreiben müsse, indem die Kraft, die ihn nach einem Punkte treibt, stetig seyn soll, folglich ihn in allen Augenblicken von der geradlinigten Bahn ablenkt, die er sich selbst überlassen fortsuchen würde.

Beispiel an einer Schleuder.

Es befinde sich ein Körper in A (Fig. 10.), und werde durch irgend eine Kraft in der Richtung Aa getrieben, so daß Aa auch die Geschwindigkeit, oder den Raum in der Zeiteinheit angiebt; zu gleicher Zeit werde der Körper A durch eine andere Kraft nach C zu sollicitirt, und diese Kraft sey so groß, daß sie den Körper A als sein, in eben der Zeit, da er Aa zurücklegt, durch Aa führen würde. Es ist aus dem vorhergehenden klar, daß der Körper A hier die Diagonale AB des auf die Linien Aa und Aa gesetzten Parallelogramms durchlaufen werde. Wenn er in B angelangt ist, und nun keine andere Kraft weiter auf ihn wirkte, so würde er in einer gleichförmigen Bewegung fortsuchen, und in der Zeiteinheit Bb = AB zurücklegen; aber bey seiner Ankunft in B soll die Kraft, die ihn nach C zu sollicitirt, abermals wirksam werden, und ihn eben so stark nach C zu beschleunigen, als da er in A war, so wird er wieder in dieser zweiten Zeiteinheit die Diagonale BD des Parallelogramms beschreiben, das auf die Seitenslinien Bb und Bb aufgesetzt ist. In der dritten Zeiteinheit würde er sich selbst überlassen durch Dd = BD gleichförmig fortgehen; aber in D treibt ihn eine Kraft wieder nach C mit einer Größe Dc = Aa, und er durchläuft so in dieser dritten Zeit die Diagonale DE des Parallelogramms Dd, E, u. s. f.

Der wahre Weg des Körpers ist also ABDE, und weil die Ablenkungen desselben von der geradlinigten Bahn nur in den Stellen A, B, D angenommen worden

des

den sind, so wird jener ein Theil des Umfangs von einem Vierecke seyn, wie man finden wird, wenn man sich die Nähe nimmt, den Weg ferner durch genaue Zeichnung aufzusuchen, wobei es sich zugleich ergibt, daß die anfänglich wachsenden Diagonalen hernach wieder abnehmen, dann wieder wachsen, und zuletzt wieder abnehmen.

Wenn nun die Kraft Aa nicht unterbrochen, und bloß in A , B und D , sondern stetig wirkt, und also den Körper A in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen von seiner geraden Linie ablenkt, so beschreibt der Körper alle Augenblicke eine andere unendlich kleine Diagonale AB , oder er hat alle Augenblicke eine andere Richtung; folglich beschreibt er eine gegen C behle krumme Linie.

§. 102. Am Ende jedes einzelnen Augenblicks befindet sich bey dieser krummlinigten Bewegung der Körper in der Richtung der Tangente, die durch den Punkt gezogen werden kann, in welchem der Körper am Ende dieses Augenblickes ist, und nach der Richtung dieser Tangente sucht der Körper jeden Augenblick zu entfliehen.

Wenn der Körper A (Fig. 10.) durch eine Kraft nach der Richtung Aa getrieben, und durch eine andere Kraft Aa von dieser Richtung stetig abgelenkt wird, so wird AB eine krumme Linie, wie in Fig. 11. Ab es ist, die durch die stetige Wirkung der Kraft Aa auf den Körper, der nach AB sich zu bewegen getrieben wird, nach C zu hervorgebracht wird. Befindet sich nun der Körper in B , so sucht er in der Richtung der Tangente Bb , die aus dem Punkt B (Fig. 10.) gezogen werden kann, nach b zu entfliehen; eben so auch, wenn er in D angekommen ist, nach der Richtung der Tangente Dd , m. f. f.

§. 103. Die Kraft, welche den Körper stetig von der Richtung der Tangente zu der durchlaufes krummen Linie zurückbringt, heißt die Centripetalkraft (*vis centripeta*); die Bewegung selbst heißt auch Centralbewegung (*motus centralis*), und der Punkt, nach welchem der Körper stets abgelenkt

last oder gezogen wird, der Mittelpunkt der Kräfte (*centrum virium*). Weil die zusammengesetzte Bewegung eines Körpers durch den Bogen *Ab* (Fig. 11.), zerlegt werden kann, in die Kraft, die den Körper in der Direction *AB* sollicitirt, welche die Tangente des krummen Elements *Ab* oder des Puncts *A*, ist, und in die Kraft, die ihn nach der Richtung *AC* sollicitirt, welche auf dem Elemente *Ab*, oder der Tangente *AB* perpendicular ist, so nennt man jene Kraft die Tangentialkraft (*vis tangentialis*), diese, die mit der Centripetalkraft einerley ist, die Normalkraft (*vis normalis*). Die Tangentialkraft *AB* läßt sich, wie jede einfache Kraft, als zusammengesetzt annehmen, als ob sie aus *bA* und *bB* bestände. Der Theil *bB* der Tangentialkraft *AB*, der in der Richtung des Radii *BC* ist, heißt die Centrifugalkraft (*vis centrifuga*). Dieser Theil ist der Centripetalkraft *Aa* gleich und entgegengesetzt, und der übrige Theil *Ab* ist es, welcher macht, daß der Körper in der Bewegung beharrt. Die Wirkung der Centripetalkraft wird durch die Linie *Bb* ausgedrückt, durch welche der Körper von der Tangente *AB* weggezogen wird; und diese Linie *Bb* ist der Raum, welchen der Körper in der gegebenen Zeit, da er den Bogen *Ab* zurücklegt, durch die Wirkung der Centripetalkraft allein durchlaufen würde, und heißt das Maß der Centripetalkraft (*mensura vis centripetae*). Diese Centripetalkraft und Centrifugalkraft zusammen nennt man die Centralkräfte (*vires centrales*).

§. 104. Es ist also eine doppelte Kraft nöthig, wenn ein Körper in einer krummen Linie bewegt werden soll, eine Normal- und eine Tangentialkraft (§. 101), wovon jede, wenn die andere aufhörte, ihre

Ihre ganze Wirkung verrichten würde. Wenn die Tangentialkraft plötzlich nachließe, so würde der Körper durch die Normalkraft nach den Mittelpunkt C (Fig. 11.) geführt werden; und wenn die Normalkraft auf einmal aufhörete, so würde der Körper

Dreiecke BCB und BCD zwischen einerley Parallelen BC und bD liegen, und eine gemeinschaftliche Grundlinie BC haben, so ist auch $BCD = BCB$, und folglich $BCD = ACB$. Es ist also der vom Radius Vector in der einfachen Zeit beschriebene Flächenraum zu dem in der doppelten Zeit beschriebenen $= ACB : ACB + BCD = ACB : 2ACB = 1 : 2$.

- o) Die Geschwindigkeit eines Körpers in jedem Puncte der krummen Bahn ist im umgekehrten Verhältniß der Perpendicullinie aus dem Mittelpuncte der Kräfte auf die Tangente der krummen Linie an diesem Puncte gezogen.

Weil die Bewegung gleichförmig ist (1), so verhält sich die Geschwindigkeit wie die Räume AB, BD, DE, u. s. w. (Fig. 10.) oder wie die Grundlinie der Dreiecke ACB, BCD, u. s. w.; da nun diese Dreiecke gleichen Inhalts sind (1), so verhalten sich die Grundlinien umgekehrt wie die Höhen, oder wie die Perpendikel, aus dem Mittelpunct der Kräfte C auf sie gezogen; folglich verhält sich auch die Geschwindigkeit so.

Weil ferner die Grundlinien derselbigen Dreiecke sich verhalten wie die doppelten Flächenräume derselbigen durch jene Perpendikel getheilt, so verhalten sich auch die Geschwindigkeiten gerade wie die Flächenräume, die in gleichen Zeiten durchlaufen sind, und umgekehrt, wie jene Perpendikellinie; oder wenn die Geschwindigkeit c , der Flächenraum a , das Perpendikel p heißt, so ist $c = \frac{a}{p}$.

Wenn die Centralkraft stetig ankommen wird, so verwandelt sich ABDE (Fig. 10.) in eine gegen den Mittelpunct der Kräfte C höhle krumme Linie, und ABb wird die Tangente des Bogens BD in B. Nehmen wir nun die Zeit unendlich klein, so wird das Element des Bogens Ab (Fig. 11.) mit der geraden Linie AB selbst für einerley gehalten werden können. Der Flächenraum ACb wird den Zeiten der Bewegung proportional seyn (1), und so werden sich auch die Geschwindigkeiten in verschiedenen Puncten der krummen Linie umgekehrt, wie die Perpendikel aus dem Mittelpunct der Kräfte auf die Tangente, verhalten, oder sie werden sich verhalten directe, wie die in gleichen Zeiten durchlaufenen Flächenräume, und umgekehrt wie jene Perpendikellinie.

- 3) Bey der Kreisbewegung ist die Geschwindigkeit in allen Puncten gleich, oder die Bewegung eines im Kreise bewogen, und durch eine nach dem Mittelpunct des Kreises strebende Centripetalkraft getriebenen Körpers, ist gleichförmig.

- 4) Je mehr sich die krummlinigte Bahn dem Kreise nähert, desto mehr kommt die Bewegung der Gleichförmigkeit nahe.
- 5) In allen krummlinigten Bahnen ist die Geschwindigkeit in denen dem Mittelpunct der Kräfte näher liegenden Stellen größer, als in den mehr davon entfernt liegenden Stellen.

Dieser Satz folgt unmittelbar aus 2.

- 6) Die Umlaufzeiten (tempora periodica) bey der Centralbewegung sind die, welche die Körper brauchen, um die ganze Bahn, worin sie bewegt werden, zu vollenden. Sie sind in einem zusammengesetzten Verhältniß aus dem directen der Umläufe, und den umkehrten der Geschwindigkeiten.

Dieser Satz folgt aus dem oben (§. 74. Anm.) angeführten allgemeinen Satze der gleichförmigen Bewegung. Da die Umläufe K, k die Räume sind, welche die Körper zurücklegen, so werden auch hier die Umlaufzeiten $T : t = \frac{K}{C} : \frac{k}{c}$ seyn, wo C, c die Geschwindigkeit bedeuten.

Eben so folgt auch aus diesem Satze und (1), daß sich die ganze Umlaufszeit zu der Zeit, die zum Durchlaufen in einem Bogen verwandt wird, verhält, wie der Flächenraum des Kreises zum Flächenraume des Sectors, den der Bogen mit den radiis vectoribus auf ihn gezogen bildet.

- 7) Wenn um den Mittelpunct der Kräfte ein Kreis beschrieben wird, dessen Flächenraum dem der Bahn gleich ist, welche der Körper mit ungleichförmiger Bewegung beschreibt, und nun angenommen wird, daß der Körper in diesem Kreise mit einer Geschwindigkeit bewegt werde, die zwischen der größten und kleinsten Geschwindigkeit seiner wirklichen Bewegung die mittlere ist,

ist, so wird er diesen Kreis in eben der Zeit beschreiben, worin er seine wirkliche Bahn durchläuft.

Nach dieser Satz folgt aus (1).

- 8) Die Bewegung in jeder krummen Linie kann folglich auf die Bewegung im Kreise zurückgebracht werden, und die Radii dieses Kreises heißen die mittlern Distanzen (*distantiae mediae*) des Körpers. Die Umlaufzeiten sind im geraden Verhältniß der mittlern Distanzen vom Mittelpunct der Kräfte, und dem umgekehrten der Geschwindigkeiten.

Wenn wir die mittlern Distanzen D, d , und die Geschwindigkeiten V, v nennen, so sind also die Umlaufzeiten $T : t = \frac{D}{V} : \frac{d}{v}$. Denn da die Umlaufzeiten im geraden Verhältniß der Umkreise sind (6), die

Geometrie bekannt ist, aber wie die Distanzen erhalten, so werden sich diese verhalten müssen. verkehrt wie die Geschwindigkeiten sind.

- 9) Die Geschwindigkeiten stehen im geraden Verhältniß der mittlern Distanzen vom Mittelpunct der Kräfte, und im umgekehrten der Umlaufzeiten.

Es ist dießnach $V : v = \frac{D}{T} : \frac{d}{t}$. Der Satz ist eine Folge des vorigen, verglichen mit §. 74.

■

vom Mittelpunct der Kräfte C entfernt. Da nun, wenn wir die Bogen Ab, hd unendlich klein nehmen, die Centrifugalkraft Bb und Dd auch das Maas der Centripetalkraft ist, so wird diese auch immer mit der Schwingkraft im Gleichgewicht seyn, und es wird also der Körper in allen Puncten seiner Bahn gleich weit vom Mittelpunct der Kräfte entfernt bleiben, folglich im Kreise bewegt werden, dessen Mittelpunct auch der Mittelpunct der Kräfte ist.

- 11) Die Centripetalkraft eines Körpers bey der Bewegung im Kreise ist gleich dem Quadrate des in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogens durch die doppelte Distanz desselben vom Mittelpunct der Kräfte dividirt; oder sie ist gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit dividirt durch diese doppelte Distanz vom Mittelpunct der Kräfte.

Nennen wir die Centripetalkraft P, den in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogen α , die Entfernung vom Mittelpunct der Kräfte D, und die Geschwindigkeit V; so ist $P = \frac{\alpha^2}{2D}$, oder $P = \frac{V^2}{2D}$.

Es sey nemlich (Fig. 13.) Ab der in der Zeiteinheit durchlaufene Bogen, und er werde klein genug angenommen, so daß er für eine gerade Linie = Ab angesehen werden könne, die seine Tangente ist; dann wird aber auch Eb parallel seyn mit BA. Bb ist die Centrifugalkraft. Aus b ziehe man die Perpendicul Linie ba auf AE, so wird Aa = Bb, und Bb also auch das Maas der Centripetalkraft abgeben. Es ist aber

Drucke EAb und ABb
Winkel EAb = AbE,
er Winkel, die beide
Bb haben; es ist also
und beide Drucke
Eben so sind auch die
Denn der Winkel
Ab, der Winkel EAb
hastlich, daher ist der
ab zwey gleichwinklig
verhält sich also auch

EA : Ab = Ab : Aa, also Aa = $\frac{Ab^2}{EA}$. Aa brüdt

aber die Centripetalkraft = P, und Ab den in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogen α aus, folglich ist

$P = \frac{\alpha^2}{EA}$. EA ist der Durchmesser des Kreises =

2AC, oder der doppelten Entfernung (D) des Be-

wegs

weglichen A vom Mittelpuncte C; also ist $P = \frac{a^2}{2D}$.

Da $AB = a$ den Raum ausdrückt, die Räume aber den Geschwindigkeiten proportional sind, wenn die Zeiten gleich sind; so kann für a auch die Geschwindigkeit V substituirt werden, und also wird auch $P = \frac{V^2}{2D}$ seyn.

Aus diesen Formeln folgt denn nun auch für die Kreisbewegung, daß $V = \sqrt{P(2D)}$, und daß $D = \frac{V^2}{2P}$.

- 12) Wenn zwey bewegliche Punkte in Kreisen von verschiedenen Durchmessern gleiche Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre Centripetalkräfte wie ihre Distanzen vom Mittelpunct der Kräfte.

Halbmesser $AC = 2$, und den $aC = 1$, so sind auch die Bogen AD und ad wie $2 : 1$, und wir erhalten folglich $ED : bd = \frac{2^2}{2+2} : \frac{1^2}{1+1} = \frac{4}{4} : \frac{1}{2} = 2 : 1$, folglich gleich den Distanzen des A und a von C.

- 13) Wenn zwey bewegliche Punkte in gleicher Entfernung vom Mittelpunct der Kreise mit ungleicher Geschwindigkeit bewegt werden; so verhalten sich ihre Centripetalkräfte wie die Quadrate der Geschwindigkeiten.

Dieser

wie $\frac{1}{2AC} : \frac{1}{2AC} = Ab^2 : Ad^2$. Wenn sich nun die Bogen $Ab : Ad$ verhalten wie $1 : 2$, und die Distanz $AC = 1$ gesetzt wird, so ist die Centrifugalkraft von Q zu der von $q = \frac{1}{1+1} : \frac{2^2}{1+1} = 1^2 : 2^2$.

Da sich nun die Räume verhalten wie die Geschwindigkeiten, wenn die Zeiten gleich sind, so werden sich auch die Centripetalkräfte verhalten wie $\frac{V^2}{2AC} :$

Aus diesem Satze folgt dann auch :

- 19) daß, wenn die Distanzen zweyer in einer Kreisbewegung befindlicher Punkte vom Mittelpunkte, so wie ihre Umlaufzeiten ungleich sind, ihre Centripetalkräfte sich verhalten, wie ihre Entfernungen vom Mittelpunkte dividirt durch das Quadrat ihrer Umlaufzeit.

Wenn z. B. (Fig. 14.) A seine doppelt so große Bahn AGFE in der Zeit $T = 2$ vollendet, da a seinen Kreis aefg in der Zeit $t = 1$ vollendet, so wird die Centripetalkraft von A zu der von a seyn $= \frac{AG}{T^2} : \frac{ac}{t^2} = \frac{2}{2^2} : \frac{1}{1^2} = \frac{2}{4} : \frac{1}{1} = \frac{1}{2} : 1 = 1 : 2$; folglich, wie vorher (14.).

16) Wenn sich die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten wie die Würfel der Entfernungen vom Mittelpunct der Kräfte, so sind die Centrifugalkräfte verkehrt wie die Quadrate der Distanzen.

Wenn wir in der vorigen Formel statt T^2 , t^2 , hier nach der Voraussetzung die proportionalen Quantitäten AC^3 , ac^3 substituiren, so erhalten wir für die Centrifugalkräfte des A und a, das Verhältniß von

$$\frac{AC}{AC^3} : \frac{ac}{ac^3} = \frac{1}{AC^2} : \frac{1}{ac^2} = ac^2 : AC^2.$$

Die Bestimmung der Centripetalkräfte für andere Arten der Centralbewegung setzt nun freylich schon etwas mehr, als die gewöhnlichen Elementarkenntnisse der Geometrie voraus; indessen will ich doch hier einige Resultate dieser Bestimmungsarten geben, um dadurch eben die Nothwendigkeit eines tiefern Studiums der Mathematik in der Naturlehre zu zeigen.

17

Es sey (Fig. 16.) in B ein beweglicher Punct, der in dem Zeitelemente den unendlich kleinen Bogen Br durchläufe, indem ihn die Centripetalkraft von der Tangente BH um das Raumstückchen Hr, = Bi ablenkt, was er, wenn die Centripetalkraft allein wirkt,

sey,

te, in eben der Zeit mit beschleunigter Geschwindigkeit durchlaufen würde. Da $Bi = P$ eine stetige Kraft ist, so steht sie im geraden Verhältniß des Raums, und im umgekehrten des Quadrats der Zeit, folglich ist $P = \frac{Bi}{t^2}$. Die Zeit t wird aber vorgestellt durch den Flächenraum zwischen den beiden Radius Vectoribus FB und Fb , und dem Bogen Bb , oder durch das Dreieck BbF ; da Bb mit der Tangente einerley genommen wird, so ist die Höhe des Dreiecks auch FT und die Grundlinie Bb . Man erhält den Flächenraum des Dreiecks, wenn man die Grundlinie mit der halben

$$Bb \sim FT$$

Oder es ist (nach Fig. 16.) $P = \frac{I}{FB^2}$.

Es sey nemlich CBA ein Kegelschnitt, BK der Semiparameter, und BN der Krümmungshalbmesser, so ist dieser $= \frac{BM^2}{BK^2}$, folglich der Durchmesser des Krümmungskreises $BE = \frac{2BM^2}{BK^2}$. Wenn wir dies

in

in der vorigen Formel (170) für BE substituiren, so ist $P = \frac{FB \times BK^2}{2BM^3 \times FT^3}$. Ueberdem ist $BM : BK = FB : FT$; daher ist auch $FT^3 = \frac{BK^3 \times FB^3}{BM^3}$, folglich wenn dies auf die vorige Formel angewendet wird, so ist $P = \frac{FB \times BK^2 \times BM^3}{2BM^3 \times BK^3 \times FB^3} = \frac{1}{2BK \times FB^2}$, oder, wegen des unveränderlichen $2BK$, $= \frac{1}{FB^2}$.

So läßt sich nun auch umgekehrt beweisen, daß, wenn ein Körper durch eine solche Kraft nach dem Mittelpunct der Kräfte F getrieben wird, seine Bahn ein Kegelschnitt ist.

- 19) Wenn ein Körper in der Ellipse bewegt wird, und der Mittelpunct der Kräfte der eine Brennpunct der Ellipse ist, so steht die Centralkraft im geraden Verhältnisse der halben Zwergachse, und im umgekehrten zum zusammengefaßten des doppelten Quadrats der halben 3ten geordneten Achse und des Quadrats des Radius Vector. Der Körper, der in der Ellipse (Fig. 17.) bewegt wird, hat die größte Geschwindigkeit in der Apside A, die dem Mittelpunct der Kräfte S näher ist; die kleinsten in der entgegengesetzten B. Er wächst also die Geschwindigkeit durch die eine Hälfte der Ellipse, CAD, und nimmt ab durch die andere, DBC. Die Zeit, welche der Körper braucht, um von der einen Apside A zur entgegengesetzten B zu kommen, ist die Hälfte der Umlaufzeit; die Zeit aber, welche der Körper braucht, um von einem Puncte seiner Bahn, z. B. von E, nach dem entgegengesetzten o zu kommen, ist kürzer, wenn die dem Mittelpunct der Kräfte nähere Apside in dieser Bahn liegt; länger, wenn der Körper durch die obere Apside geht; z. B., wenn er den Theil der Bahn G bis g zurücklegt.

Der Zweck verbietet, hier mehrere Resultate beizubringen. Das Vorgebrachte ist hinreichend, um das von, in der Folge bey der Lehre von der Bewegung schwerer Körper in krummen Bahnen, und der Himmelskörper so viel Anwendung zu machen, als es in einem Lehrbuche der Naturlehre erlaubt ist.

Für das weitere Studium dieser Lehre von der Centralbewegung und ihrer Anwendung sind zu empfehlen; Christ. Huygenius de vi centrifuga, in seinen opuscul. posthum. T. II. Amstelod. 1728. 4. S. 107. ff.; Newton oben angef. Princip. philos. natur.; Joh. Bernoulli oper., Lausannae 1742. IV. Vol. 4.; S. Gravesande oben angef. elementa physices T. I.; Jo. Kästli introduction ad

veram Physicam et ad veram astronomiam, Lond. 1719. 8. 1^{te}. *Boscovich* de inaequalitatibus, quas Saturnus et Jupiter sibi mutuo videntur inducere, Romae 1746. 8. *Leza. Euleri* Mechanica, Petropol. 1736. II. Vol. 4. *Maclaurin* exposition des decouvertes de Newton, Paris 1746. 4. *La Caille* Leçons d'astronomie, à Paris 1761. 8., und besonders *Kästners* Anfangsgründe der höhern Mechanik, oder der mathematischen Anfangsgründe IV. Th. 1 Abth.

Dritter Abschnitt.

D o n

den Grundkräften der Materie.

§. 105.

Bisher haben wir die Materie als Stoff träge, ohne inhärente Kräfte betrachtet, und bei der Lehre von der Bewegung im Vorigen nur willkürlich Kräfte angenommen, die von außen her das träge Bewegliche afficirten, und es in Bewegung versetzten. Jetzt betrachten wir die Materie, in so fern in der wirklichen Natur Kräfte in ihr befindlich sind, die sie in Bewegung zu versetzen streben, oder in ihrer Bewegung hemmen; und deren Wirkung wir an den Phänomenen der Körperwelt wahrnehmen.

§. 106. Kraft (*vis*) - nenne ich überhaupt, was Widerstand leistet; Widerstand aber ist, das, was bei der Veränderung des Zustandes angewandte Kraft vermindert. Wenn also der Materie bewegende Kräfte inhärenten, so wird sie dadurch in jeder Richtung, die nicht mit der ursprünglichen Richtung der ihr inhärenten Kraft zusammenfällt, widerstehen, und folglich die zu ihrer Bewegung angewandte Kraft vermindern. Aber auch selbst in der Richtung, die mit ihrer ursprünglichen Kraft zusammenfällt,

Widerstand leisten, falls die zu ihrer Bewegung in dieser Richtung angewandte Kraft größere Beschleunigung hat, als die ihr inhärirende.

§. 107. Wenn also eine Kraft in eine Materie nach einer Richtung oder mit einer Beschleunigung wirkt, die nicht mit der Richtung oder Beschleunigung der der Materie inhärirenden Kraft übereinkömmt, so wird sie nothwendig eine Veränderung erleiden, die nach der Größe des Widerstandes in einer völligen Aufhebung ihrer Bewegung (nach §. 87.) oder in einer Verminderung ihrer Beschleunigung (nach §. 88.) bestehen wird. Hinwiederum muß aber auch die Beschleunigung der Kraft, welche der Materie inhäriert, durch die Anwendung der Kraft, die sie nach einer andern Richtung in Bewegung zu setzen strebt, ebenfalls so viel verlieren, als diese letztere beträgt. Bey gleichem Widerstande und gleicher wirkenden Kraft wird diese wechselseitige Verminderung nach Maßgabe der Größe des Winkels stattfinden, welche die Richtung der Kraft, die Bewegung hervorzubringen strebt, und diejenige mit einander machen, die der Materie ursprünglich inhäriert (nach §. 99.).

Erläuterung durch Gewichte, die an einem Seil über eine Rolle gezogen sind.

§. 108. Diese wechselseitige Verminderung der Kraft und Gegenkraft nennt man *Gegenwirkung* (*reactio*), und es ist aus dem Gesagten klar, daß Kraft und Gegenkraft sich immer gleich seyn müssen. Die zur Bewegung der widerstehenden Materie angewandte Kraft kann nemlich nur in so fern vermindert werden, in so fern sie Widerstand findet, und sie kann diese mit keiner größern Geschwin-

geschwindigkeit bewegen, als welche nach Ueberwindung des Widerstandes übrig bleibt, nicht mit ihrer ursprünglichen. Es fließt von selbst aus dem Gesetz der Gegenwirkung, daß die Anwendung der Kraft auf einen Gegenstand am größten ist, wenn dieser vollkommen widersteht; daß ohne Widerstand keine Anwendung, d. h., keine Verminderung der Kraft möglich ist, und daß kein Körper in Bewegung gesetzt werden kann, wenn die bewegende Kraft und der Widerstand ursprünglich in ihm selbst sind.

Wenn ein Pferd eine Kraft hat, die 10 Centner Last zu überwinden vermögend wäre, und es soll einen Stein, der durch eine ihm inhärente Kraft, nemlich die der Gravitation, nach dem Mittelpuncte der Erde zu sollicitirt wird, und dessen bewegende Kraft einen Druck von 8 Centnern hervorbringt, nach einer auf der Richtung der Gravitation senkrechten, also horizontalen Richtung aus Ruhe in Bewegung versetzen, so wird es dazu weniger als 10 Centner Kraft verwenden können, nicht mehr; seine *actio in corpus* wird unter 10 Centner seyn, wenn gleich die *actio corporis* 10 Centner wäre.

§. 109. Wenn nun der Materie selbst Kräfte inhärenten, die sie ursprünglich in Bewegung zu versetzen streben, und die ihr solchlich Widerstand erteilen, so wird bey Betrachtung der Größe der Bewegung solcher bewegten Körper nicht bloß die Geschwindigkeit, wie bey der Bewegung bloß träger Körper (§. 83.) sondern auch die Masse in Anschlag gebracht werden müssen, deren einzelne Atome der ihr inhärenten Kraft unterworfen sind. Wenn nemlich jedes Atom der Materie von der ihr inhärenten Kraft afficirt wird, so wird bey gleicher Beschleunigung dieser inhärenten Kraft der Widerstand um desto größer seyn, je größer die Anzahl der Atome, d. h. je größer die Masse ist, die von dieser Kraft afficirt wird. Denn doppelt so viel widerste-

hende Materie enthält doppelt so viel Kraft zum Ab-
stande; und wird also auch zur gleichen Veränd-
rung ihres Zustandes eine doppelt so große Kraft er-
fordern, als die einfache Masse.

§. 110. Widerstehende Masse ist also die An-
zahl der Atome der Materie eines bestimmten
Raums, die durch eine ihr bewohnende Kraft zu ei-
ner Bewegung sollicitirt werden, und daher in jeder
andern Richtung und Geschwindigkeit, die ihr mit-
getheilt wird, und welche von der Richtung und
Geschwindigkeit der ihr bewohnenden Kraft ver-
schieden ist, widerstehen. Das Product aus der
inhaltsenden beschleunigenden Kraft in die Anzahl
dieser Atome heißt die bewegende Kraft, wie schon
oben (§. 82.) angeführt worden. Durch Vermin-
derung dieser Atome wird zwar die bewegende Kraft,
und dadurch der Widerstand, aber nicht die beschleu-
nigende Kraft der noch übrigen Masse vermindert
werden. Eine bloß träge Masse ist nie eine wider-
stehende Masse, weil Trägheit keine Kraft ist (61. 65.);
sie erfordert zwar, weil sie träge ist, eine Ursach zur
Änderung des Zustandes, aber sie vermindert die
dazu gebrauchte Kraft nicht.

§. 111. Wenn zwei ruhende Körper von glei-
cher widerstehender Masse nach einerley Richtung *)
bewegt werden sollen, so erfordern sie natürlicher-
weise einerley Maas der Kraft, um sich mit einerley
Geschwindigkeit zu bewegen; ungleiche widerstehen-
de Massen erfordern ohne Zweifel ein ungleiches
Maas der Kraft, um gleiche Geschwindigkeit dar-
durch zu erhalten; so setzt auch wol ungleiche
Geschwindigkeit gleicher widerstehenden Massen ein

ungleiches Maß der Kraft voraus. Eben so lassen sich auch bewegte Körper von gleichen Massen und ungleicher Geschwindigkeit, oder auch von gleicher Geschwindigkeit und ungleichen Massen ungleichen Ma-

§. 112. Die Größe der Bewegung der Körper von widerstehender Masse hängt solchergestalt von ihrer widerstehenden Masse und ihrer Geschwindigkeit ab, und sie muß aus beiden ermessen werden. Es folgt aus dem vorigen;

1) Die Größe der Bewegung zweier Körper verhält sich wie die widerstehenden Massen derselben, wenn die Geschwindigkeit gleich ist.

2) Die Größe der Bewegung verhält sich wie die Geschwindigkeiten, wenn die widerstehenden Massen gleich sind.

3) Ueberhaupt verhält sich die Größe der Bewegung, wie die Producte der widerstehenden Masse in die Geschwindigkeit.

4) Die Größen zweier Bewegungen sind einander gleich, wenn die widerstehenden Massen sich umgekehrt verhalten, wie ihre Geschwindigkeiten.

Wenn wir die Größen der Bewegung zweier Körper Q , q ihre respectiven Geschwindigkeiten C , c , und ihre widerstehenden Massen M , m nennen, so ist nach 1), wenn $C = c$, $Q : q = M : m$, nach 2), wenn $M = m$, $Q : q = C : c$.

Nehmen wir nun noch einen dritten Körper, dessen Geschwindigkeit $= C$, dessen Masse $= m$, und dessen Größe der Bewegung z heißt, so ist
 für den ersten und dritten nach 1), $Q : z = M : m$,
 für den dritten u. zweyten nach 2), $z : q = C : c$,
 folglich für den ersten und zweyten $Q : q = MC : mc$.
 Ferner ist $Q = q$, wenn $C : m = c : M$.

§. 113. Bey der nähern Betrachtung der Materien unserer Sinnenwelt, bey der sorgfältigen Zergliederung ihrer Wirkungen, und der weitem Verfolgung der Erscheinungen bis zu den ersten Ursachen, treffen wir drey wesentlich verschiedene Grundkräfte an, die den respectiven Materien unserer Sinnenwelt inhäriren, und der erste innere Grund aller der mannigfaltigen Erscheinungen der Körperwelt sind. Eben deswegen nenne ich sie Grundkräfte; ich gestehe aber gern, daß wir von diesen Kräften an sich selbst nichts wissen, sondern nur ihre Wirkungen kennen; und daß es auch wol vergeblich seyn möchte, darüber Untersuchungen anzustellen, weil sie selbst an sich kein Gegenstand unserer Erfahrung mehr seyn können. Desto nöthiger ist es, den Gesetzen ihrer Wirkung nachzuspüren.

§. 114. Diese drey Grundkräfte (§. 113.) sind Cohärenz, Schwere und Expansivkraft. Sie sind identisch von einander verschieden, wie ihre nähere Betrachtung lehren wird; sie officiren aber nicht alle zusammen jede individuelle Materie.

Erstes Hauptstück.

Cohärenz.

§. 115.

Die Erfahrung lehrt uns, daß die Theile eines
eyneinander sind, daß eine äußere
wird, sie zu trennen. Dies Phä-
Namen der Cohäsion oder des
Wir finden es bey allen Kör-
pern, aber in einem höchst verschiedenen Grade;
und so unmerklich auch der Zusammenhang der
Theile bey einigen Körpern zu seyn scheint, so ist er
doch da, wie sich durch Versuche und Beobachtun-
gen wahrnehmen läßt.

•

§. 116. Wenn dasjenige Kraft genannt zu wer-
den verdient, was Widerstand leistet, so muß auch
das in den Körpern, was bey ihrer Zertheilung Wi-
derstand entgegensetzt, eine Kraft seyn, und diese Kraft
belege ich mit dem Namen Cohärenz, so wie ich
ihre Wirkung in den Theilen der Körper Cohäsion,
oder Zusammenhang nannte (§. 115.).

§. 117.

§. 117. Diese Kraft der Cohäsion äußert sich nur erst bey der unmittelbaren Berührung der materiellen Theile, und es läßt sich durch keinen einzigen entscheidenden Versuch darthun, daß sie schon in der Entfernung der Körpertheilchen von einander thätig wäre, oder daß diese sich schon in der Entfernung anziehen. Eben deswegen ist der Ausdruck: anziehende Kraft, Kraft der Attraction, für die Grundursach des Zusammenhanges lieber nicht zu brauchen, weil dadurch leicht zu Misverständnissen Gelegenheit gegeben worden ist. Von der Kraft der Schwere ist sie identisch verschieden, und wirkt nach ganz andern Gesetzen, und eben deswegen kann es auch nicht erlaubt seyn, die Phänomene der Cohärenz und die der Gravitation unter dem gemeinschaftlichen Namen der Attraction zu begreifen. Von der Cohäsionskraft an sich wissen wir gar nichts; sie liegt außer den Gränzen unserer sinnlichen Wahrnehmungen; und eben deswegen sind alle Erklärungen, die man davon gegeben hat, nichts mehr als Erfindungen.

Der Druck der Luft kann nicht die Ursach des Zusammenhanges seyn.

§. 118. Die Cohärenz afficirt die verschiedenen respectiven Materien auf eine sehr ungleiche Art; und eben in den verschiedentlichen Modificirungen dieser Kraft in den verschiedentlichen Materien liegt ein vorzüglicher Grund ihrer Ungleichartigkeit, wenn man nicht vielmehr sagen kann, daß sie eben deswegen verschiedentlich von der Cohärenz afficirt werden, weil sie ungleichartig sind.

§. 119. Die Größe dieser Kraft bey den verschiedenen Materien läßt sich aus dem Widerstande

ermessen, den die zusammenhängenden Theile derselben einer andern Kraft entgegensetzen, die sie von einander entfernen will. Uebrigens gründen sich auf das Mehr oder Weniger dieser Stärke des Zusammenhanges verschiedene Benennungen und Abtheilungen der Körper, die man als eben so viele verschiedene besondere Eigenschaften derselben ansieht.

§. 120. Solche Körper, deren Theile eine beträchtliche und merkbare Kraft zur Trennung von einander erfordern, heißen feste (solida), und sie werden den flüssigen (fluida) entgegengesetzt, deren Theile nur mit einer unmerklichen Kraft zusammenhängen, und daher einen hohen Grad der Verschiebbarkeit besitzen, doch aber als ein zusammenhängendes Ganzes erscheinen. Beide sind durch keine genaue und scharfe Gränzlinie von einander abge sondert, und die Consistenz geht durch viele Zwischenstufen zwischen Festigkeit und Flüssigkeit hindurch.

§. 121. Körper, deren Theile sich nicht leicht verschieben lassen, oder dazu eine merkbare Kraft erfordern, heißen harte, auch wol starre Körper (c. dura, rigida); im Gegentheil sind sie weich (mollia).

§. 122. Solche feste Körper, deren Theile sich durch eine äußere Gewalt merklich verschieben lassen, ohne ihren Zusammenhang dadurch zu verlieren, heißen zähe, Dehnbare, streckbare (ductilia); sie sind hingegen spröde (fragilia), wenn die Theile nicht aneinander verschoben werden können, ohne zu reißen, oder ihren Zusammenhang zu verlieren. Von diesen sowohl, als von den vorigen Arten des Zusams

Zusammenhanges, laufen die Gränzen derselben wieder sehr in einander.

§. 123. Von dieser Kraft der Cohäsion rührt auch die Federkraft oder Springkraft her, vermöge welcher die festen Körper bey ihrer Dehnung durch eine andere Kraft mit Nachlassung derselben sich in den vorigen engen Raum wieder zusammenziehen. Ich unterscheide sie von der Elasticität, die erst in der Folge in Betracht kommen kann, die ihr gerade entgegengesetzt, und deren Ursach wesentlich davon verschieden ist. Das Unzureichende in der bisherigen Erklärung beider Phänomene rührt eben daher, daß man so verschiedene Wirkungen einerley Grundursachen zuschrieb. Da, wo man bisher bey federharten Körpern eine Wiederausdehnung nach einer vorherigen Zusammendrückung annahm, findet wirklich nichts anders als Zusammenziehung nach einer vorhergegangnen Dehnung statt.

Beispiele geben el
Stahlfedern, u

Eine Stahlfeder b
bogen, und so
nen größern M
zieht, wann di
lerner Ring ha
er äußert sie

ie gespannte Saite,

sie sich, wenn sie g
r Krümmung in el
, wieder zusammen
nachläßt. Ein stäbe
ben Federkraft, und
sion, sondern durch

Contraction. Wird er nemlich von beiden Seiten zus
sammengedrückt, und dadurch an seinen Krümmungen
gedehnt, so ziehen sich diese wieder zusammen, sobald
die deh nende Kraft nachläßt, die freylich, um die
Krümmungen zu dehnen, den Ring an andern Stellen
zusammendrücken mußte. Hiervon läßt sich nun auf
die Federkraft einer Kugel von Elfenbein, u. d. gl.
der Schluß leicht machen, bey denen es leichter schei
nen könnte, als ob sie eine expansive Elasticität besä
ßen, da der Grad der Erscheinung doch auch nur, wie
bey der Stahlfeder, in der Wiederausdehnung ge
dehneter Theile liegt. Läßt man eine elfenbeinerne Ku
gel an einem Faden auf eine mit Fett dünn bestrichene
por

polirte Steinplatte fallen so schnell sie sich freulich zurück, sie drückt auf dem Fett einen sichtbaren Fleck ein, und zeigt also dadurch eine köstliche Zusammenrückung, die sie durch die Gewalt des Falles an der berührten Stelle erhält. Aber man erinnere sich nur an den Ring, und man wird einsehen, daß die Theile der eisernen Kugel am Rande der plattgedrückten Stelle gespannt wurden, folglich sich wieder zusammenzogen, wie der Druck nachließ, und daß sie dadurch die eingeschränkten Theile erhobeln.

Durch diese Reaotum wird es also möglich, daß die Kraft der Cohärenz Bewegung hervorbringen, oder zu einer bewegendem Kraft werden kann.

§. 124. Die Federkraft zeigt sich, so wie die übrigen Arten der Cohäsion bey den mancherley Körpern, in einem sehr verschiedenen Grade. Aber es ist wol kein fester Körper, dem die Federkraft gänzlich mangelte. Uebrigens lehrt die Art und Weise, wie sich dieses Vermögen zeigt (§. 123.), daß zu der Aeußerung derselben Dehnbarkeit im gewissen Grade gehöre, ohne welche sonst die gespannten Theile in ihrem Zusammenhange ganz aufgehoben werden und reißen würden. Daher läßt es sich erklären, warum die Federkraft verschiedener Körper durch lange anhaltende Spannung oder Dehnung merklich schwächer wird, und warum sie zunimmt, wenn die Stärke des Zusammenhanges durch Vermehrung der Dichtigkeit wächst.

Beispiele vom Wachsthum der Federkraft durch Zunahme der Dichtigkeit geben die geschämmerten Metalle, das Härten des Stahls, die Bologneserflaschen, die Glascrophen.

§. 125. Von den Ursachen der so mannigfaltigen Verschiedenheit des Zusammenhanges der mancherley Körper können wir keinesweges eine befriedigende Erklärung geben. So viel aber scheint mir in einem hohen Grade wahrscheinlich zu seyn, daß alle

alle Körper; wenn ihre Theilchen bloß und allein der Kraft der Cohäsion unterworfen wären, fest stehn würden; oder daß Festigkeit der ursprüngliche Zustand der Körper seyn würde, wie sie außer der Cohärenz keiner andern Kraft in ihren Theilen unterworfen werden. Flüssigkeit ist, wie die nähere Betrachtung in des Folge lehrt, nur Folge des Einflusses der Wärme, und dadurch einer expansiven Kraft, durch welche die Wirkung der Cohärenz geschwächt wird.

§. 126. Die Grade der Festigkeit der verschiedenen festen Körper stehen nicht im Verhältniß mit der Dichtigkeit derselben, so weit wir diese durchs Gewicht ermessen können. So ist z. B. Gold und Bley dichter als Eisen und Kupfer, aber doch lange nicht so fest, als diese. Um diese Grade der Festigkeit bey verschiedenen festen Körpern zu messen, hat man sich der Gewichte bedient, welche zum Zerreißen derselben, bey einer bestimmten Dicke und Länge, nothwendig sind. Musschenbroek hat insbesondere sehr viele Versuche über die Kraft angestellt, welche zum Zerreißen mehrerer Körper erfordert werden. Er hat aber dabey keine besondere Rücksicht auf die Länge der Körper genommen, und daher geben auch Güttingers Versuche andere Resultate. Ueber die Stärke verschiedener Holzarten haben wir auch von Buffon und über die der metallischen Gemische von Hrn. Richard zahlreiche Versuche erhalten. So nützlich aber auch alle diese Versuche fürs gemeine Leben seyn können, so wenig läßt sich doch daraus auf die Größe der Wirkung der Cohärenz schließen, weil hierbey, wie schon Hr. Kant *) erinnert hat, die Verschiebbarkeit der Theile gar nicht in Anschlag gebracht

bracht worden ist, die doch einen so beträchtlichen Einfluß hat. So wird z. B. ein Stab von weichem Wachs sich durch ein aufgehängtes Gewicht erst dann ziehen lassen, ehe er reißt, und alsdann in einer weit kleinern Fläche reißen, als man anfänglich annahm. : So ist es mit allen dehnbaren Körpern, und diese größere Dehnbarkeit ist vielleicht der Grund, warum z. B. das dichtere Blei bey gleicher Dicke eher reißt, als Kupfer, u. s. w. Hierzu kommt denn noch Verschiedenheit des Gefüges, das dicht, blästerig, fönig, u. s. w. seyn kann.

Petr. v. Muskenbroek *Introductio ad cohaerentiam corporum firmorum*; in seinen *Dissertat. physic. experimen-*

Gold	geriſſ	von	578 Pf.	eigenth.	Gew.	19,238
Kapellensilber	—	—	1146	—	—	11,091
Kupfer	—	—	638	—	—	8,181
Japanisches Kupfer	—	—	573	—	—	8,726
Deutsches Eisen	—	—	1930	—	—	7,807
Englisches Zinn	—	—	140	—	—	7,296
eine andere Sorte	—	—	188	—	—	—
Bancazinn	—	—	104	—	—	7,216
Malaccazinn	—	—	91	—	—	6,125
Engl. Blei	—	—	25	—	—	11,333
Spiegelglasmetall	—	—	30	—	—	4,900
Zinn von Goslar	—	—	76	83	—	7,215
Wismuth	—	—	85	92	—	9,890
						Wenn

Wenn hierbey nur auf gleiche Dicke Rücksicht genommen wird, so würde sich die Festigkeit der angeführten respectiven Metalle verhalten, wie die zu ihrem Zerreißen angewandten Gewichte, und das Eisen z. B. wäre 133⁰ oder 77¹/₂ mal fester als Blei, u. s. w.

Nach dem Guß geschlagene Metalle wurden fester; doch hatte das seine Gränzen, und sie wurden bey zu lange fortgesetztem Hämmern wieder weniger fest.

Folgendes sind die Resultate einiger seiner Versuche mit Holz, wovon er auch Parallelepipeda machen ließ, deren Querschnitte $\frac{1}{2}$ ins Gevierte betrugen:

Buchenholz zerriß von 1250 Pf.

Eichenholz — — — 1250 —

Fichtenholz — — — 1150 —

Lindenholz — — — 1060 —

Erlenholz — — — 1000 —

Ulmenholz — — — 950 —

Tannenholz — — — 600 —

Sichrenholz — — — 550 —

Wehr ins Große gehen Buffons Versuche mit Holz (*Experiences sur la force des bois*; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1740. S. 153, und 1741. S. 292.)

Des Hrn. Grafen von Sickingen Versuche mit Restaßen (Versuche über die Platina. Mannheim 1782. 8.) geben andere Resultate, als die Ruskembroek'schen, indem er auch auf gleiche Längen Rücksicht nahm. Er ließ aus einigen Metallen Dräthe machen von $\frac{9}{32}$ Lin. (paris.) im Durchmesser, und 2 Fuß Länge, und es zerriß

Gold von 16 Pf. 6 Ung. — 43¹/₂ Gr. (franz. M. Gew.)

Silber — 20 — 12 — 1 Q. 43¹/₂ —

Platina — 28 — 7 — 3 —

Kupfer — 33 — 7 — — 64 —

Eisen — 60 — 12 — — 3 —

Hienach folgt also die Festigkeit der angeführten Metalle so aneinander, wie sie selbst hier nach einander stehen; da hingegen nach Ruskembroek sie so sortirt wurden: Kupfer, Gold, Silber, Eisen.

Traité sur les propriétés des alliages métalliques par Mr. Achard. à Berlin 1788. 4.

*) Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. S. 91.

§. 127. Ein sehr merkwürdiges Phänomen des Eohärenz ist die bestimmte Form, welche die Theile der Materie annehmen, wenn sie ungehindert und frey der Wirkung der ihnen bewohnenden Kraft der

der Cohäsion folgen können. Bei den flüssigen Körpern ist es die Bildung der Tropfen, bei den festen die Krystallisirung u. d. das Gefüge (textura), was in dieser Rücksicht unsere nähere Betrachtung verdient.

§. 128. Alle tropfbar flüssige Körper (liquida) nehmen der Erfahrung zu Folge in kleinen Massen eine sphärische Gestalt an und bilden Tropfen, sobald sie nicht mit einem andern Körper so stark zusammenhängen, daß sie darauf oder daran zerfließen. So bildet sehr zertheiltes Quecksilber auf Holz, auf Glas, auf Stein, und mehreren dergleichen Materien, lauter kleine Kugeln; eben so auch Wasser und Wein, auf Holz, Papier u. d. gl., das mit Backopfsamen bestreut ist; Dohle auf einer mit Wasser feucht gemachten Tafel, und alle dergleichen flüssigen Körper überhaupt nehmen die Kugelgestalt an, wenn sie in kleinen Massen durch die Luft fallen. Eben dies geschieht auch im luftleeren Raume. Eine bloß träge flüssige Masse würde auf jedem Fall die Figur behalten, die sie einmal hätte, und keine Tropfen bilden. Hat sie diese Figur noch nicht, so kann sie nicht ohne Bewegung zu einer runden Kugel werden. Schon die Bildung der Tropfen beweist also, daß eine Ursach dafür muß, welche diese Wirkung hervorbringt. Die Schwere kann nicht die Ursach seyn, da sie vielmehr der Bildung der Tropfen wirklich hinderlich ist, wie die Erfahrung lehrt, und das Plattdrücken der auf festen Körpern ruhenden Tropfen oder Kugeln bewirkt, die um desto mehr eine vollkommene Sphäre bilden, je kleiner sie sind, und je geringer ihr Gewicht ist. Es bleibt nur die Kraft der Cohäsion allein übrig,

aus der man auf eine genugsamende Weise dies Phänomen erklären kann. Wenn man nemlich voraussetzt, daß alle Elementartheilchen einer Materie durch die Cohärenz mit gleicher Stärke sich anziehen, und die Verschiebbarkeit derselben groß genug ist, um ihrer Bewegung kein Hinderniß entgegen zu setzen, so folgt aus richtigen mechanischen Gründen, daß das Gleichgewicht dann erst entstehen könne, wenn die Masse eine Kugelgestalt angenommen hat.

Hierher gehört auch das Können der Metalle, und die Verfertigung des Schrottes aus Bley.

§. 129. Weil alle liquide Materien diese Tropfengestalt annehmen, so nennt man die Art ihrer Flüssigkeit auch tropfbare Flüssigkeit, um sie von den in der Folge zu betrachtenden expansibeln oder elastischen Flüssigkeiten zu unterscheiden.

Es wäre zu wünschen, daß wir auch im Deutschen durch ein eigenes Wort das *liquidum* vom *fluidum* unterscheiden könnten.

§. 130. Auch feste Körper nehmen Kraft der Cohärenz eine bestimmte Form an, und ihre Theile bilden Gruppen von eigenen Gestalten, so bald sie ungehindert der Bewegung durch diese Kraft folgen können. Diese letztere Bedingung wird dadurch erhalten, daß sie erst flüssig gemacht werden, wodurch sie Verschiebbarkeit der Theile in einem hohen Grade erlangen, worauf sie dann bey dem Uebergange zur Festigkeit, nach Wegnahme dessen, was sie flüssig machte, sich in bestimmte Gruppen zusammenhäufen. Unter dieser Bedingung kann man wol von allen festen Körpern behaupten, daß sie eine gewisse Gestalt bey dem Zusammenstehen annehmen, und daß

durch entweder bestimmte Formen im Umriss, oder wenigstens ein bestimmtes Gefüge erhalten. Man nennt die in solchen regelmäßigen oder bestimmten Umrissen gebildeten festen Körper **Krystalle**.

Versuch. Es werden Salzaufösungen mancherley Art in einzelnen Tropfen zum Krystallisiren gebracht, und die bestimmte und regelmäßige Gestalt der angeschossenen Salze wird durchs Mikroskop gezeigt.

§. 131. Die zur Bildung der Krystalle, oder wenigstens eines bestimmten Gefüges, nöthige erste Bedingung, die leichte Verschiebbarkeit der Grundmassen durchs Flüssigwerden, wird den festen Körpern entweder durchs Schmelzen, oder durchs Auflösen in andern flüssigen Körpern, oder auch durch höchst feine Zertheilung darin ertheilt; und die andere Bedingung, die Wiedernahme dessen, was sie flüssig machte, wird entweder durch Erkältung und Gefrieren, oder durch Verdunstung des Auflösungsmittels, oder durch Ruhe und Bodensätze erhalten, woben nun freylich überhaupt keine andere Art der Bewegung, wie Schütteln, Amrühren, die Abziehung der festwerbenden Theile hindern und fördern muß. Bey einem zu plötzlichen Uebergang zur Festigkeit haben die Theilchen nicht Zeit genug, sich regelmäßig aneinander anzulegen, und die Bildung wird unförmlich. Die Natur zeigt uns diese regelmäßige Gestalt und Fügung an: unzähligen festen Körpern in unzähligen Verschiedenheiten, an Erden und Steinen, Salzen, Metallen, und Schwefel; und wenn zahlreiche Arten nicht in dieser regelmäßigen Gestalt oder Fügung erscheinen, so läßt doch das, daß eben diese Arten sonst auch so angetroffen werden, schließen, daß bey ihrem Entstehen die Beding-

gunzen fehlten, unter welchen nur jenes Phänomen faßfinden kann. Bey einigen zähen Körpern, wie bey den dehnbaren Metallen, wird auch das regelmäßige Gefüge ihrer Theile bey der Trennung selbst gehört, und läßt sich eben deswegen nicht wahrnehmen. Die Kunst kann freylich die Natur in der Configuration nicht immer nachahmen, da es ihr an Mitteln fehlt, viele Dinge in den dazu nöthigen Zustand der Flüssigkeit zu versetzen. Sehr mit Unrecht nahmen einige sonst ein salzigtes Princip für die wirkende Ursach der Krystallenbildung an, da das Phänomen doch nicht bloß den Salzen zukommt, und zwar vorheriges Flüssigseyn, aber nicht bloß und allein Auflösung in einem tropfbar-flüssigen Mittel, dazu Bedingung ist.

Beispiele von krystallinischen Formen liefern die natürlichen Körper des Mineralreichs in zahlreicher Menge, und eben so geben auch unter ihnen die Spathe, die Halbmatalle, und ihre mannigfaltigen Erze Beispiele eines regelmäßigen Gefüges.

de Romé Delisle *Essay de Crystallographie*. à Paris. 1772. gr. Versuch einer Crystallographie von Herrn de Romé Delisle, aus dem Franz. von Chr. Ehrenfr. Weigel. Greifswald 1777. gr. 8. *Cristallographie, ou description des formes propres à tous les corps du regne mineral*, par Mr. Romé Delisle. sec. edit. à Paris. T. I — IV. 1784. 8. Torb Bergmann *de formis crystallorum, praesertim e spatho ortis; in seimen opusc. physico-chemicis*, Vol. II. S. 1. ff. Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien, abgefaßt von A. G. Werner. Leipz. 1774. 8.

Metallbäumchen 2c. 3) des feinen Zertheilens in Wasser oder in andern Medlis: die Bildung der feinsten Stalactiten und Tophre; und gewissermaßen auch mehrere krystallinische Sublimata und chemische Blumen.

Bei der Bildung organischer Körper müssen wir endlich auch bei dieser Grundkraft der Cohärenz als letzten Ursach stehen bleiben, und selbst der Bildungstrieb des Hrn. Blumenbach löst sich zuletzt darin auf.

§. 132. Warum nun die mannigfaltigen festen Körper unter den gehörigen Bedingungen durch die Kraft der Cohärenz ihrer Grundmassen gerade diese oder jene bestimmte Gestalt annehmen, davon läßt sich freylich nichts weiter sagen. Wenn wir auch gleich die größern Krystalle bis zu gewissen primitiven oder Grundkrystallisationen verfolgen können, so können wir doch nicht geradezu ihren Atomen dieselbe beylegen. Eher ließe sich bei mehrern schon verbundenen Atomen eine nach der verschiedenen individuellen Natur der Materie verschiedene Tendenz ihrer Cohäsionskraft annehmen, sich in dieser oder jener Fläche lieber und inniger zu verbinden, als in andern.

Bergmann a. a. O. S. 14.

§. 133. Nicht allein die Theile eines und eben desselben Körpers hängen unter einander zusammen, sondern auch die Körper von einerley Art unter einander selbst, wenn sie sich berühren, und zwar um desto stärker, je genauer und in je mehr Punkten sie sich berühren.

Beispiele des Zusammenhängens 1) flüssiger Körper giebt das Zusammenfließen der Wassertropfen, der Quecksilberkügelchen, der Öeltropfen, bei ihrer Berührung; 2) fester Körper, das Zusammenhängen zwey geschliffener Messingplatten und Glasplatten.

§. 134.

§. 134. Auch Körper von ungleicher Art hängen unter einander zusammen, wenn sie sich genau genug berühren, und die Stärke ihres Zusammenhanges ist aus der Größe des Widerstandes zu ermessen, den sie bey der senkrechten Trennung von einander leisten. Diese Stärke des Zusammenhanges ist zwischen verschiedenen ungleichartigen Körpern bey gleicher Berührungsfläche sehr verschieden.

Versuche: 1) Drey Metallplatten, Glasplatten, oder Marmorplatten, die mit Wasser oder Fett bestrichen sind, hängen stark zusammen.

2) Es werde eine runde dicke Messingplatte vermittelst eines in der Mitte derselben befindlichen Hakens durch einen Faden an dem Arm eines Waagebalkens so aufgehängt, daß sie genau horizontal hänge; sie werde an der Waage ins Gleichgewicht gebracht, und dann auf die Fläche von untergesetztem Wasser, Weingeist und Quecksilber so gelegt, daß keine Luftblasen darunter bleiben. Die Waage wird aus dem Gleichgewicht gebracht seyn, und es werden Gewichte erfordert werden, um die Platte loszureißen. Diese verschiedenen Flüssigkeiten vers

von dieser Erscheinung nicht, da sie auch unter dem leeren Himmelszelt statt hat, obgleich hier die Luftvermindert ist. Wäre der Widerstand eine Ursache, so müßte die Stärke des Zusammenhanges bloß nach der Fläche richten.

Musschendorf (introd. ad philos. natural. T. I. §. 1096.) ließ Cylinder aus verschiedenen Materialien verfertigen, deren Durchmesser 1,916 rheinl. Zoll betrug, und die Grundflächen derselben sehr genau schleifen und poliren. Er bestrich die Grundflächen je zweyer Cylinder von einerley Art nach der Erwärmung mit Aindstalg, befestigte den obern, und riß nur den untern durch angehängte Gewichte, nach dem völligen Erfalten des Salzes, senkrecht ab. Er nimmt an, daß der Druck der Luft hierbey 41 Pf. betragen habe, und diesen bringt er mit in Anschlag, und da fand er denn folgende Resultate; es hingen zusammen:

Colindor von Glas	mit	130 Pf.	nach	mit	89 Pf.
Nießing		150			109
Kupfer		200			159
Silber		125			84
gehärtetem Stahl		225			184
weichem Eisen		300			259
Zinn		100			59
Bley		275			231
Zinn		100			59
Wismuth		150			109
weißem Marmor		225			184
schwarzem Mar-					
mor		230			189
Eisenbein		108			67

Hr. v. Morveau ließ von verschiedenen Metallen runde Platten von gleicher Größe und Gestalt machen, die 1 Zoll im Durchmesser hatten, und bestimmte die Kraft, mit der sie auf Quecksilber hingen. Es hing daran

das Gold mit einer Kraft von	446	Granen
das Silber	429	
das Zinn	418	
das Bley	397	
der Wismuth	372	
der Zinn	304	
das Kupfer	142	
der Spießglaslöthig	126	
das Eisen	115	
der Kobold	8	

(Man sehe Anfangsgründe der theoretischen und praktischen Chemie von Hrn. de Morveau, Maret und Durande, a. d. Franz. von Christ. Ehrenfr. Weigel, Th. 1. Leipz. 1779. 2. S. 49. imgleichen: Experiences faites en presence de l'Acad. de Dijon, le 12. Fevr. 1773. par Mr. de Morveau; in Obs. de Physique de Mr. l'Abbé Rouzier, T. 1. C. 172. und 460.).

abf
rd:
ind
im-
er-
je-
pf.

§. 135. Es gründeten sich auf diese Kraft des Zusammenhanges zwischen ungleichartigen Stoffen

das

das Zusammenkleben, die Rütte; der Mörtel, das Löthen, das Verzinnen, das Versilbern, das Vergolden.

§. 136. Aus verschiedenen bisher angestellten Versuchen scheint das Gesetz zu folgen: daß die Stärke der Cohäsion bey verschiedenen Paaren von einerley Körpern, so wohl von gleichartigen als ungleichartigen, mit der Menge der Berührungspuncte im Verhältniß stehe.

Versuche: Runde geschliffene Glasscheiben, deren Durchmesser sich wie 1, 2, 3 gegen einander verhalten, hängen mit Wasser oder Oehl, mit verschiedenen Kräften zusammen, die sich gegen einander sehr nahe verhalten, wie 1², 2², 3², oder wie ihre Grundflächen. Man sehe auch Nardus a. a. D. Tab. 4. und 5.

§. 137. Es ist noch kein Gesetz bekannt, nach welchem sich die Größe der Kräfte des Zusammenhanges bey Körpern von ungleicher Art richtet. Die Dichtigkeit der Körper steht damit in gar keinem Verhältniß; und es ist keinesweges allgemein wahr, was Hamburger behauptete, daß eine flüssige Materie von geringerem eigenthümlichen Gewicht mit einem Körper von einem größern eigenthümlichen Gewicht stärker zusammenhänge, als unter sich selbst; oder daß flüssige Materien von größerem eigenthümlichen Gewicht stärker unter sich zusammenhängen, als mit Körpern von geringerem eigenthümlichen Gewicht.

Hamburger elem. physices §. 157. 158.

§. 138. Auf den Zusammenhang flüssiger Materien mit festen, der größer oder kleiner ist, als der zwischen den Theilen der flüssigen Materie selbst, gründen sich verschiedene merkwürdige Phänomene. Wenn ein fester Körper mit einem flüssigen stärker

zusammenhängt, als der flüssige unter ihm; so hängen sich die Theile des letztern an den erstern bey der Berührung an ihn an, und machen ihn naß, oder sie zerfließen auf ihm; wenn hingegen die Cohäsionskraft zwischen den Theilen des flüssigen Körpers stärker ist, als zwischen diesen und dem festen Körper, so bleibt der letztere bey dem Hineintauchen in jenen trocken, und der flüssige Körper zerfließt nicht darauf, sondern bildet Kügelchen oder Tropfen (§. 128.). Da nun schwerere Flüssigkeiten auf leichten festen Körpern allerdings zerfließen können, so ist dies zugleich eine Bestätigung des vorigen Satzes (§. 137.).

Beispiele: Quecksilber zerfließt auf Gold, Silber, Zinn, und man kann allerdings sagen, es mache diese Körper naß; es zerfließt hingegen nicht auf Eisen, Glas, Holz, Stein. Wasser zerfließt auf einem Glase, Holze, unserer Haut, und macht daher diese naß; es zerfließt hingegen nicht auf einer mit Fett bestrichenen oder besser mit Bärappsaamen bestrichenen Tafel; man kann solchergestalt, wenn man auf die Fläche des Wassers Bärappsaamen streuet, durch denselben hindurch ins Wasser greifen, ohne daß die Finger naß werden. Fließende Metalle zerfließen nicht auf Steinen und erdigten Massen, und bilden darauf in kleinen Massen Kügelchen oder Tropfen.

§. 139. Ferner, wenn flüssige Materien in ihren Theilen stärker zusammenhängen, als mit den Theilen eines festen Körpers, so nehmen sie in den aus dem letztern gemachten Gefäßen eine convergē Oberfläche an, die dem Abschnitt einer Kugel um desto näher kömmt, je kleiner der Durchmesser des Gefäßes ist. Taucht man den festen Körper in den flüssigen dieser Art hinein, so bildet die Flüssigkeit rund um ihn herum eine Vertiefung.

Beispiele: Quecksilber steht in gläsernen Röhren mit einer concaven Fläche; fließende Metalle stehen in den
irden

irdenen Schmelzgefäßen mit einer concaven Fläche; Wasser steht in einem mit Fett ausgestrichen und mit Barlappsaamen bestreuten Glase mit convexer Fläche. Eine Glasröhre, Holz, der Finger in Quecksilber getaucht verarsacht rund; umher eine Vertiefung im Quecksilber.

Nach hydraulischen Gesetzen sollte die Flüssigkeit in Gefäßen dieser Art eine vollkommen horizontale Oberfläche haben, und sie würde es thun, wenn die Theilchen unaehindert, ohne Cohäsion, der Schwere folgten. Wenn sie hinwiederum bloß der Cohärenz gleichförmig folgten, und nicht zugleich schwer wären, so würden sie auch in dem weitesten Gefäße eine vollkommene convexe Kugelfläche bilden. Sind sie aber nun zu gleicher Zeit schwer und cohärirend, so werden die mittlern Säulen sinken müssen, wenn sie um so viel höher stehen, als die äußere, daß ihr senkrechter Druck durch die Schwere mehr beträgt, als die Kraft der Cohärenz zu erhalten vermögend ist. Nur an den Seiten wird dann die Convexität wahrzunehmen seyn.

§. 140. Wenn hingegen flüssige Körper in ihren Theilen schwächer zusammenhängen, als mit den Theilen eines festen Körpers, so stehen sie in den aus letztern gemachten Gefäßen mit einer concaven Fläche, oder sie stehen am Rande höher, als in der Mitte. Und eben so bildet auch die Flüssigkeit um einen solchen festen Körper rings herum eine Erhöhung.

Beispiele: Quecksilber steht in zinnernen oder bleernen Gefäßen mit einer concaven Fläche; eben so auch Wasser in gläsernen Gefäßen. Um eine ins Wasser getauchte Glasstange steht dasselbe rund herum erhöht; so auch das Quecksilber um eine Zinnstange.

Die Flüssigkeit würde nach hydraulischen Gesetzen, wenn ihre Theile bloß der Schwere, ohne Cohärenz, folgten, eine vollkommene horizontale Fläche annehmen. Wenn sie aber nun mit den Theilen der festen Körper cohäriren, so werden die Theilchen derselben, die die Wand des Gefäßes berühren, dadurch in ihrem senkrechten Drucke nach unten zu vermindert werden, (wenigstens theilweise durch das Ankleben an die Wand des Gefäßes), und sie werden an der Wand umher um so

viel höher stehen müssen, daß ihr vermindelter Druck mit dem Druck der davon entfernten Säulen das Gleichgewicht halten kann.

§. 141. Hierauf gründet sich nun einzig und allein das Phänomen der Haarröhrchen (*tubi capillares*). Man versteht darunter hohle gläserne Röhren, deren Höhlung etwa den Durchmesser eines Pferdehaares und etwas darüber hat, und die an beiden Enden offen sind. Stellt man die untere Oeffnung in eine Flüssigkeit, die auf Glas zerfließt, so steigt in kurzer Zeit die Flüssigkeit darin in die Höhe, und erhebt sich über die Oberfläche der äußern Flüssigkeit, und zwar zu einer größern oder geringern Höhe, nach der Enge des Haarröhrchens und der verschiedenen Natur der Flüssigkeit und des Haarröhrchens.

Druck

wird
beym

sind,
unters
e Fars
steht
Aus
darin

§. 142. In diesen Haarröhrchen steht die Flüssigkeit an den Seiten ebenfalls höher, als in der Mitte (§. 140.); aber wegen der geringen Entfernung schiebt der Ring, welchen die Flüssigkeit an den Seiten bildet, zusammen; wegen der fortwirkenden Ursach der Cohäsion steigt das Wasser an den Seiten nun abermals höher, schiebt wieder zusammen, u. s. f., bis endlich das Gewicht der Säule der in dem Haarröhrchen

Röhren aufgestiegenen Flüssigkeit im Gleichgewicht steht mit der Cohäsion, die zwischen dem Glase und der Flüssigkeit obwaltet. Denn nun hat das Aufsteigen natürlicherweise seine Gränzen.

Es versteht sich, daß die Flüssigkeit keine merkliche Viscosität haben müsse.

§. 143. Da des
Flüssigkeiten in $\frac{1}{2}$ einzi
der Kraft des Zul es bei
Glase zu suchen ist b auch
daß dies Aufsteigen und die Höhe der
verschiedenen Flüssigkeiten sich so mit
bekannten Gesetze richte, als die Cohäsion der Körper überhaupt (§. 137.), sondern daß sie vielmehr
erst jedesmal durch Erfahrung gefunden werden
müsse.

§. 144. Es läßt sich hieraus erklären, warum
die Höhe des Aufsteigens der Flüssigkeiten mit ihrem
specifischen Gewichte in keinem Verhältnisse steht;
und warum auch selbst, nach Muschenbroek's Versu-
chen, die Beschaffenheit des Glases auf die Höhe,
zu welcher einerley Flüssigkeit in Haarröhren von ei-
nerley Durchmesser steigt, Einfluß haben kann.

Nach Muschenbroek (Introd. in philosophiam natura-
lem T. I. S. 373.) stiegen in Haarröhren von glei-
chem Durchmesser aus holländischem Flaschenglase:

Destillirtes Wasser	3/40 Zoll rheinl.
Liquor anodynus	1/40 "
Alkohol	1/80 "
Regender Balmiaugeist	3/60 "
Luftsaurer Balmiaugeist	4/56 "
Salpetergeist	2/07 "
Salzgeist	2/07 "
Witriolgeist	3/25 "
Witriolöhl	1/30 "
Scorpionöhl	2/58 "

er, aber
den Höhen
unter
mit einer
dem Glase
en wurden,

dem Glase
in Haarröhre
die Kraft der
Flüssigkeiten
der Druck
ers.

*Petr. van Muschenbroek de tubis capillaribus vitreis, in suis
nen diss. phys. experim. S. 271. Tentamen theoriae,
qua ascensus aquae in tubis capillaribus explicatur,
auctore Jos. Weitbrecht in den Comment. acad. petrop.
lii. T. VIII. S. 262. C. B. Functii Diss. de ascensu
fluidorum in tubis capillaribus, Commentat. I. II.
Lips. 1773. 4.*

§. 146. Die Höhen, zu welchen einerley Flüssigkeit in Haarröhrchen von verschiedenem Durchmesser und von einerley Glase aufsteigt, verhalten sich umgekehrt wie die Durchmesser der Haarröhren. Denn in einem Haarröhrchen, das noch einmal so weit ist, als ein anderes, müßte die Flüssigkeit viermal niedriger stehen, weil sie viermal so viel Gewicht hat (§. 142.); da aber das noch einmal so weite Haarröhrchen auch noch einmal so viel Berührungspuncte hat, die Cohäsion von einerley Körper aber den Berührungspuncten proportionirt ist (§. 136.), so müßte die Flüssigkeit deswegen in diesem noch einmal so weiten Haarröhrchen auch noch einmal so hoch steigen, als in dem engern. Die Höhen einer flüssigen Materie in den Haarröhrchen sind so-
her:

hergeleitet in einem zusammengesetzten Verhältniß aus dem geraden der Diameter und dem umgekehrten der Quadrate der Diameter; sie verhalten sich folglich verkehrt wie die Diameter.

Setzt, es sey ein Haarröhrchen A, dessen Durchmesser = 1, und ein anderes B, dessen Durchmesser = 2 ist, so sollte, weil das Gewicht die Ursach des verhinderten weitem Aufsteigens der Flüssigkeit in Haarröhren ist, verhält wie das indflächen in die aufsteigenden Säule

$$= 4 : 1.$$

von B sich verschiebt, die größere Resistenz bietet, und die sich verhält wie sollte die Höhe

2. es Verhältniß, müssen, um ein Höhe

$$\begin{array}{l} \text{in A : B} = 4 : 1 \text{ (wegen 1)} \\ \text{in A : B} = 1 : 2 \text{ (wegen 2)} \end{array}$$

folglich in A : B = 4 : 2 = 2 : 1; dies ist umgekehrt wie die Durchmesser.

§. 147. Wenn man zwey platte, reine, Glasstreifen unter einem spitzen Winkel über einander setzt, und einen Tropfen dünnes Oehl, Wasser oder Weingeist, kurz eine Flüssigkeit, die mit dem Glase zusammenhängt, und keine merkliche Viscosität hat, so dazwischen setzt, daß der Tropfen beide Glasplatten berührt, so wird er sich mit beschleunigter Geschwindigkeit nach den Winkel beider Glasplatten hinbewegen. Eben dies widerfährt auch einem Quecksilbertropfen zwischen zwey regulinischen Zinnplatten.

Wird der Tropfen k (Fig. 12.) zwischen die beiden Platten AC und BC gebracht, die unter dem spitzen Winkel ACB übereinander gestellt sind, und mit denen er zusammen-

er desg annehmen muß, gegen die beiden Plats Cohärenz äußert, die r, nach der Perpendicu-
 nus auch der Wassertros-
 bere, und mit der Kraft
 nun beide Kräfte einan-
 rd der Tropfen durch die
 werden. Je näher er
 ter und breiter wird er;
 Menge der Berührungs-
 puncte vermehrt werden. Die Kraft der Cohärenz
 wird also um so stärker wirken, und daher die Bewe-
 gung nach der Direction kC beständig vermehren.

§. 148. Wenn man zwey reine Glas tafeln un-
 ter einem spitzigen Winkel an einander setzt, und bei-
 de vertical in Wasser oder eine andere Flüssigkeit
 stellt, die auf dem Glase zerfließt, so wird diese zwis-
 schen dem Winkel beider Platten in die Höhe steigen,
 und der Rand der aufgestiegenen Flüssigkeit wird ei-
 ne Hyperbel bilden,

Wenn man zwey Glasplatten ADG (Fig. 19.) und ECB
 mit der eynen Kante A und B so aneinander fäset, daß
 sie mit der vordern DG und EC von einander abste-
 hen, und den spitzigen Winkel GBC bilden, so wird, wenn
 man sie vertical in Wasser hält, dies in dem Winkel
 in die Höhe steigen, und die Figur imkz annehmen.
 Denn weil man sich zwischen beiden Platten lauter
 Haarröhrchen denken kann, die desto enger sind, je
 näher sie nach AB zu stehen, so wird, nach dem Gesez
 der Haarröhren, das Wasser um desto höher steigen,
 je kleiner der Abstand beider Platten wird. Durchrich-
 tige Ausmessung hat man gefunden, daß gkmi eine
 Hyperbel sey, deren Asymptoten AB und BC sind.
 Denn Bp verhält sich zu Bn, wie der Abstand der
 Glasplatten qp zu on; es ist aber die Höhe mn zu der
 Ip in umgekehrtem Verhältniß der Abstände der Platten
 an diesen Orten, oder wie Bp zu Bn. Folglich
 wird auch $Bp \times Ip = Bn \times mn$ seyn, und also die
 Eigenschaft einer Hyperbel haben.

Muschenbroek introd. ad philos. nat. §. 1062.

§. 149. Wenn man eine kleine hohle Glassku-
 gel auf das Wasser in einem Trinkglase setzt, so wird
 sie

in der Mitte der Wasseroberfläche ruhig bleiben. So wie sie aber der Wand des Gefäßes nahe kommt, so wird sie sich mit beschleunigter Geschwindigkeit nach derselben hinbewegen. Eben so bewegt sie sich auch von der Mitte des Wassers gegen den Finger, oder einen andern Körper, den man ins Wasser steckt, und der davon nah wird; und zwey Glasflügelchen bewegen sich mit beschleunigter Geschwindigkeit gegen einander, wenn sie auf der Mitte des Wassers schwimmen, und einander nahe genug kommen. Auch diese Phänomene folgen aus der Cohäsion bey der unmittelbaren Berührung, und wir brauchen auch das zu keine anziehende Kraft, die in der Entfernung schon wirksam wäre.

Es befinde sich ein hohles Glasflügelchen G (Fig. 20.) auf der Mitte der Wasseroberfläche of des Gefäßes ABCD. Es wird, ob es gleich darauf schwimmt, sich doch nach hydrostatischen Gesetzen darin bis zu einer gewissen Tiefe einsenken. Das Wasser, das damit cohärrt, wird daran, wie in g und h, und so rund herum, sich erheben, und einen kleinen Wasserberg um das Flügelchen bilden. Da nun das Wasser in g und h, und so um das Ganze herum, gleich hoch steht, so wird es auch dieselbe nach allen Puncten gleich stark ziehen, und die entgegengesetzten gleich großen Kräfte werden sich wechselseitig aufheben, folglich keine Bewegung hervorbringt

Wand des Gefäßes
 , und sich nun in H
 A in o aufsteigend
 en auf der Seite in
 und das Wasser wird
 ügelchen und zwischen
 Da nach dem Puncte
 d. A am nächsten ist
 den Seiten um desto
 nd von der Wand dq
 248.) bey den Glas
 zusammenfließens die
 n des Flügelchens zu
 gens des Wassers an
 lese von zwey Kräften

n, und
das ist,
Kügelchen
Wasser
weil der
Ober-
fläch
zwischen
Cohäs
t, als
ach der
je näs

n man
Wasser
in die
nd dies
erbrins

gen, die es gegen die Wand zu bewege.

Weil ferner das Wasser stärker mit dem Glase und dem Finger zusammenhängt, als unter sich, so wird das Kügelchen dem Zuge des Fingers folgen, an dem das Wasser gewissermaßen, so wie an dem Kügelchen, klebt.

Aus dem Angeführten wird man nun leicht einsehen, warum zwei Kügelchen, die vom Rande des Gefäßes entfernt in die Mitte des Wassers gelegt werden, sich gegen einander bewegen, wenn sie nahe genug gekommen sind.

§. 130. Wenn ein Gefäß mit einer Flüssigkeit, die sonst damit coherirt, übervoll angefüllt wird, so wird sie aus derselben Ursache, warum eine Flüssigkeit für sich allein Tropfen bildet (§. 128.), eine converge Oberfläche erhalten, die desto mehr der sphärischen Gestalt nahe kommt, je kleiner der Durchmesser des Gefäßes ist. Es ist hier ganz so wie mit den Oberflächen der Flüssigkeiten in Gefäßen, die damit nicht coheriren (§. 139.). Legt man nun ein hohles Glas Kügelchen auf ein mit Wasser übervoll gefülltes Glas, so wird es sich von dem convergen Rande weg nach der Mitte zu bewegen.

Setzt, es befinde sich ein hohles Glas Kügelchen G (Fig. 21.) auf der convergen Fläche AC des Wassers in dem

dem damit übervoll angefüllten Gefäße ABCD, so wird sich, wenn es am Rande A steht, zur Seite l weniger Wasser erheben, als in k; weil der Winkel in k zwischen dem Wasser und dem Rändelchen spitzer ist, als in l. Es wird sich also wegen der stärkeren Cohärenz in k nach k zu vom Rande abwärts bewegen, bis sich in der Mitte der Fläche um das Rändelchen herum das Wasser gleich hoch befindet.

§. 151. Wenn eine Flüssigkeit aus einem Gefäße, womit sie stärker cohärirt, als unter sich, und welches keinen nach außen umgelegten Rand hat, in der geneigten Lage desselben ausgegossen wird, so läuft sie längs der Wand des Gefäßes anwendig hinab, ohngeachtet sie durch die Schwere nach der senkrechten Richtung herabgetrieben werden sollte. Sie wird nemlich jetzt durch zwey Kräfte zu gleicher Zeit afficirt, die der Cohärenz und der Schwere, und muß eine mittlere Bewegung dadurch erhalten. Flüssigkeiten hingegen, die mit dem Gefäße nicht cohäriren, laufen auch bey'm Ausgießen in der geneigten Lage des Gefäßes nicht längs der Wand desselben auswendig herab. Im gemeinen Leben giebt man, des ersten Zufalles wegen, den zum Ausgießen der Flüssigkeiten bestimmten Gefäßen, entweder einen umgebogenen Rand, oder Einschnitte und Ausgänge, um dadurch die Richtung oder Menge der Berührungspuncte, und so die Stärke der Cohärenz zu vermindern.

Beispiele: Wasser fließt an der Wand eines vollen Trinkglases bey'm Neigen desselben herab; Quecksilber an der Wand eines zinnernen Gefäßes.

Wasser fließt an der mit Fett bestrichenen und mit Bärlappsaamen bestreuten Wand eines Glases nicht herab. Quecksilber fließt an der Wand einer steinernen Schale bey'm Ausgießen nicht herab.

Es sey AB (Fig. 22.) ein mit Wasser gefülltes Glas, das in die geneigte Lage gebracht worden ist, so wird der Tropfen a zwar durch die Schwere in der Direction

ac

sich entgegengesetzt; und es kommt nun darauf an, welche Kraft die größte ist, die bewegende Kraft der Schwere, d. h. das Gewicht des Wassertropfens, oder die Cohärenz desselben mit dem Glase. Ist das erstere, so fällt er herab; ist das letztere, so bleibt er hängen. Wenn der Wasserstrahl sehr geschwind am Glase herunter läuft, so erhält er durch den Fall eine Geschwindigkeit und die Kraft nach der Direction an sich fortzubewegen. Da er aber durch die Schwere zu gleicher Zeit, während er nach ei zu gehen fortfahren will, nach ef herabgetrieben wird, so durchläuft er die Diagonale e h, und die Folge wird seyn, daß dies eine parabolische Linie seyn müsse.

§. 152. Wenn aus der Mündung einer engen Röhre, die etwa eine halbe Linie im Durchmesser hat, ein Wasserstrahl senkrecht hervorspringt, und es wird derselbe zur Seite mit einem cylindrischen Körper berührt, der von der Natur ist, daß das Wasser auf ihm zerfließt; so wird er sich um den cylindrischen Körper herum bewegen, und herabfallen. Dies gilt von jeder Flüssigkeit, die mit dem cylindrischen Körper stärker zusammenhängt, als unter sich. Eben so wird auch das Wasser aus einer senkrechten

Röh-

Röhre, die nicht sehr weit, und von der Natur ist, daß das Wasser darauf zerfließt, wenn die Mündung der Röhre schief abgeschnitten ist, nicht in der senkrechten, sondern in einer geneigten Richtung hervorspringen. Diese Wirkung wird weder im ersten, noch im andern Fall erfolgen, wenn die Mündung der Röhre sehr weit ist. Flüssigkeiten, die im ersten Fall nicht mit dem cylindrischen Körper, und im zweiten nicht mit der Materie der Röhre stärker zusammenhängen, als unter sich, werden jene Erscheinungen nicht zeigen, wenn auch die Mündung der Röhre sehr eng ist.

Es springe (Fig. 23.) das Wasser aus der engen Mündung b der Röhre ab in der senkrechten Richtung bc hervor, und es werde der Wasserstrahl in c mit einem funden gläsernen, metallenen, oder hölzernen Stabe berührt, so wird der Strahl gleich seine Richtung am Berührungspuncte ändern, um den Stab herum nach d , und weiter nach unten zu gehen, und von e herab in der Richtung ef fallen. Jeder den Stab berührende Tropfen strebt durch die Kraft des Drucks, die ihn nach oben zu treibt, (Fig. 24.) nach gk zu gehen; die Cohärenz mit dem Stabe aber macht, daß er senkrecht darauf angezogen wird, also nach der Richtung ge wirkt; er wird daher von zwey Kräften getrieben, gk und ge , und die Diagonale gg durchlaufen. Da aber die Kraft der Cohärenz ge stetig wirkt, so wird er alle Augenblicke von der Richtung der Tangente gk allmählich eine krumme Linie um den Stab beschreiben, wo die Cohärenz nach der tripetalkraft, und der Sprung in Tangentialkraft ist. Durch die Wirkung dieser Tangentialkraft beugt sich der Strahl auf dem linken Halbe auch wieder unten dadurch gehen, werden also unten langsamer wieder der Richtung der Schwere steigen sollen, sich folglich nachfolgend der folgenden halb vergrößerte Gewicht, die Stärke der Cohärenz gegen den Stab zu überwinden, und selbige Gestalt herabfallen.

Es sey *ad* (Fig. 25.) eine enge gläserne Röhre, die in *de* eine schiefe Mündung hat, und es werde daraus das Wasser nach der Richtung *of* zu springen genöthigt. So wie das Wasser die schiefe Mündung erreicht, so wirkt es nun noch auf der einen Seite die Kraft der Cohärenz in der Richtung *cg* äußern können, aber auch nun von zwey Kräften getrieben werden, die einen Winkel *ge* einschließen. Es muß sich folglich nach der Diagonale *dk* bewegen.

Ist der Wasserstrahl zu stark, so ist die bewegende Kraft desselben zu groß; so daß die Kraft der Cohärenz des Wassers und des Gefäßes in beiden Fällen ganz das gegen verschwindet.

Hamberger elem. phys. §. 168.

§. 153. Aus den bisher vorgetragenen Sätzen von der Kraft der Cohärenz zwischen festen und flüssigen Körpern, und der Erscheinung der Haarröhren, läßt sich nun auch erklären, warum das Wasser und andere Flüssigkeiten in Materien, deren Gewebe zarte Zwischenräume und Röhren bildet, und die damit stärker zusammenhängen, als die Theile der Flüssigkeit unter sich thun, z. B. in Pöschpapier, Schwamm, Leinwand, Zucker, geballter Asche, Dochten u. d. gl. aufsteigt. Ingleichen läßt sich auch daraus das Durchfließen solcher Flüssigkeiten durch allerley Seihewerkzeuge, als Pöschpapier, Leinwand, Zwilling, Filz, u. d. gl. erklären. Alles was eine Flüssigkeit hindert, in einer Haarröhre einer Materie aufzusteigen, verhindert auch das Durchfließen durch dergleichen Körper. So fließt Oehl nicht durch Pöschpapier, das mit Wasser befeuchtet ist; Quecksilber nicht durch Floe und Leinwand, wenn sein Druck nicht zu groß ist. Endlich so läßt sich auch daraus erklären, warum Salz oder Salzsolutionen in nicht ganz damit vollgefüllten gläsernen Cylindern, beim unmerklichen Abdampfen über den Rand des Glases steigen können.

§. 154. Flüssigkeiten, die mit einem festen Körper nicht so stark zusammenhängen, als es ihre Theile unter sich thun, steigen in den aus dem festen Körper gemachten Haarröhren nicht in die Höhe, sondern stehen, wenn man diese legtern darin eintaucht, in dem Haarröhrchen tiefer als auswendig.

Beispiele: Quecksilber, geschmolzenes Blei, Zinn u. d. gl. steht in einem gläsernen Haarröhrchen, das hineingetaucht wird, tiefer, als auswendig umher.

- 1) Da das Quecksilber mit dem Glase nicht zusammenhängt, so kann es auch in dem daraus verfertigten aufsteigen. Aber warum steht es auswendig, wehr das Haarröhrchen getaucht wird? Wenn (Fig. 26.) ab in das Quecksilber getaucht, be in gl des Gefäßes CDEF liegt, r, nach hydraulischen Grundsätzen, ls auswendig; es steht aber darin. Das Quecksilber kann nemlich htehen hineindringen, als bis se ist. Da die Theilchen des Quecksilber nicht zerfließen, so kann die Cohäsion

zwischen Glas und Quecksilber diese Trennung nicht bewirken. Es wird daher ein Druck des umgebenden Quecksilbers nöthig seyn, um diesen Zusammenhang der Theile des Quecksilbers aufzuheben. Es muß also der Druck des Quecksilbers in der Höhe kg oder lf um das Haarröhrchen herum angewendet werden, um die in das Haarröhrchen aufsteigenden Theilchen des Quecksilbers von einander zu trennen; er kann also nicht auch noch die Wirkung verrichten, das Quecksilber im Haarröhrchen bis zur Höhe gf zu erheben, und es bleibt also nur dasselbe bis zur Höhe kl im Haarröhrchen stehen. Es folgt hieraus, daß immer gleich viel an der Höhe des Quecksilbers im Haarröhrchen fehlen müsse, es mag so tief untergetaucht werden, als es will.

Maschenbroek a. a. O. in der Diss. phys. experim.

S. 303.

- 2) Je enger das gläserne Haarröhrchen ist, desto tiefer steht das Quecksilber, in welches dasselbe eingetaucht wird, darin, und es verhält sich die Höhe des Quecksilbers außer dem Haarröhrchen über die in demselben umgekehrt, wie die Durchmesser der Haarröhrchen.

Ich muß gestehen, daß die Erklärung, welche Hamberger von dieser Erscheinung anführt, (a. a. O. S. 231.) mich nicht befriedigt. Ich will daher eine andere

flüssig, und die Flüssigkeit in einem Gefäße enthalten ist, das davon nah wird, so wird der Körper vom Rande des Gefäßes mit einer desto größern Geschwindigkeit zurückgehen, je näher er dem Rande gebracht worden ist. Hält man, wenn der Körper in der Mitte ruhig liegt, einen andern Körper, der von der Flüssigkeit nah wird, in der Nähe des schwimmenden Körpers hinein, so wird der letztere sich das von abwärts bewegen.

Beispiel: Eine mit Fett bestrichene und mit Barlappsaamen bestreute hohle gläserne Kugel geht auf Wasser in einem Glase von der Wand zurück, gegen die man sie geführt hat. Liegt sie in der Mitte ruhig, und taucht man den Finger in der Nähe derselben hinein, so bewegt sie sich vom Finger abwärts. Die Bewegung eines schweren Körpers auf der schiefen Ebene erklärt hier alles, wenn man zugleich erwägt, daß das Wasser an der Wand des Glases und am Finger höher steht, als weiter abwärts.

§. 156. Alle die bisher vorgetragenen Sätze lassen sich also durch mehrere oder mindere Cohäsion fester und flüssiger Körper erklären, deren Ursach erst bey der unmittelbaren Berührung materieller Theile thätig wird; und wir brauchen also keine in der Entfernung wirkende anziehende Kraft, und eben so wenig auch eine eigene zurückstoßende Kraft für die bisher angeführten Phänomene.

§. 157. So wie die verschiedenen ungleichartigen Körper nicht mit gleicher Kraft unter einander zusammenhängen (§. 134.), so zeigen auch die verschiedenen ungleichartigen Bestandtheile (§. 48.) der Körper selbst nicht eine gleich starke Cohäsion unter einander; und die Erfahrung lehrt, daß zwey verbundene und zu einem sich gleichartigen Ganzen vereinigte ungleichartige Stoffe dadurch getrennt

werden können, wenn ein dritter Stoff dazu gesetzt wird, mit welchem einer von den beiden verbundenen stärker zusammenhängt, als sie unter sich selbst zusammenhängen.

15
16
17
18
19
20

n. d. gl. m.

§. 159. Es wird also hier durch die stärker oder schwächer wirkende Cohärenz eine Trennung ungleichartiger Theile (§. 48.) bewirkt, die vorher ein homogenes Ganzes ausmachten, und durch äußere Gewalt nicht getrennt werden konnten, durch die man nur gleichartige Theile von einander absondern kann. "Die Theilung der Körper in gleichartige Theile nennt man, deswegen auch mechanische Theilung; die Theilung gemischter Körper in ungleichartige Theile hingegen Scheidung, Zerlegung, oder Zerlegung (analysis). Bey der mechanischen Theilung behalten die erhaltenen gleichartigen Theile dieselbe Natur und Eigenschaften, die das Ganze hatte; von dem sie herrühren; die ungleichartigen kann man

aber

aber nie von einander trennen, ohne den daraus gemischten Körper in seiner Natur und seinen Eigenschaften gänzlich zu zerstören, die von der innigen Verbindung dieser ungleichartigen Theile unter einander abhängen.

§. 160. Die Wirkung dieser den Stoffen in der Natur bewohnenden Kraft der Cohärenz, vermöge welcher sich ungleichartige unter einander stärker oder schwächer vereinigen, nennt man die chemische Verwandtschaft (*affinitas chemica*), und man schreibt demjenigen Stoffe eine nähere oder stärkere Verwandtschaft mit einem andern zu, als mit einem dritten, der mit jenem sich stärker und gedauer ver- bindet, als mit diesem.

§. 161. Man hat mehrere Arten der Verwandtschaften unterschieden, ohngeachtet es immer eine und eben dieselbe Kraft ist, die sie bewirkt, und die sich nur nach der verschiedenen individuellen Natur der Materie stärker oder schwächer, und nach Verschiedenheit der Umstände in gewissen Abänderungen zeigt. Man nennt es bei zwey auf einander wirkenden Stoffen eine einfache Verwandtschaft (*affinitas simplex*); eine complicirte (*affinitas complicata*), wenn mehr als zwey Stoffe dabey vorkommen.

§. 162. Vermittelt der einfachen Verwandtschaft (§. 161.) vereinigt sich ein Körper mit einem andern ungleichartigen dergestalt; daß sie zusammen zu einem vollkommen gleichförmigen Masse ausmachen, so daß nicht mehr die Theile des einen Körpers von den Theilen des andern zu unterscheiden sind. Diese Wirkung der beiden ungleichartigen Stoffe auf

116 I. Theil. 3. Abschnitt. 1. Hauptstück.

einander, heißt Auflösung (solutio), auch wird die neuentstandene Zusammensetzung selbst eine Auflösung genannt.

Beispiele: Gummi und Wasser,
Zucker und Wasser,
Salz und Wasser,
Wasser und Weingeist,
Oehl und Wachs,
Geschmolzenes Blei und Zinn,
Silber und Scheidewasser,
Weizen und Effig, u. dgl. m.

1. man gewöhnlich denjenigen
welcher durch seine Flüssig-
keit, oder durch seine
zu seyn, und den andern
aufzunehmen scheint, das

Auflösungsmittel (solvens, menstruum); den andern aber, der sich mehr leidend zu verhalten scheint, den aufzulösenden Körper.

§. 154. Bei jeder Auflösung wird der Zusammenhang der Theile des aufzulösenden Körpers aufgehoben; und dieser wird so mit dem Auflösungsmittel vermischt, daß sie nun beide zusammen eine Masse ausmachen, die sich völlig gleichartig ist, und in welcher man auch mit dem besten Vergrößerungsglase nicht mehr die ungleichartigen Theile, die sich aufgelöst haben, von einander unterscheiden kann. Es muß also nothwendig eine wechselseitige Cohäsion zwischen den Theilen des Auflösungsmittels und des aufzulösenden Körpers stattfinden, welche stärker ist, als die Kraft des Zusammenhanges zwischen ihren gleichartigen Theilen selbst; oder die Verwandtschaft (§. 150.) der sich auflösenden Körper muß größer seyn, als der Zusammenhang ihrer gleichartigen Theile.

**Ursachen der Auflösung von mechanischen Ver-
mischungen.**

§. 165. Von der Art und Weise, wie die aufgelösten Theile unter einander zusammenhängen, können wir eben so wenig sagen, als von der Art und Weise des Zusammenhanges der Theile der Körper überhaupt. Die Unzulänglichkeit der Hypothese, nach welcher die Theile des Auflösungsmittels die Gestalt von kleinen Reilen oder Spigen haben, und dadurch in die Zwischenräume des aufzulösenden Körpers eindringen und sie auseinander treiben sollen, bedarf wol keiner weitern Anzeige.

§. 166. Zwey feste Körper können sich einander nicht auflösen. Die Summe der Cohäsionskräfte ihrer gleichartigen Theile ist größer als die Summe ihrer Verwandtschaften. Schon in der ältern Chemie hatte man daher den Grundsatz: corpora non agunt, nisi fluida. Es muß also erst immer, wenigstens bey Einem Körper, die Cohäsion seiner gleichartigen Theile in einem hohen Grade aufgehoben, d. h. er muß flüssig gemacht werden (§. 120.), ehe eine Auflösung vor sich gehen kann. Selbst zwey feste Körper von gleicher Art können, ohne vorher flüssig gemacht zu seyn, sich zu keinem homogen zusammenhängenden Ganzen vereinigen.

§. 167. Man unterscheidet hiernach Auflösungen auf nassem Wege (solutiones humidae) und Auflösungen auf trockenem (solutiones siccae). Bey jenen ist von den sich auflösenden Substanzen wenigstens Eine schon an und für sich im tropfbar flüssigen Zustande, bey diesen hingegen sind sie an und für sich fest, und sie müssen erst durch Schmelzen in

118 I. Theil. 3. Abschnitt. 1. Hauptstück.

in den Zustand der Flüssigkeit versetzt werden, ehe sie sich auflösen können.

Beispiele von Auflösungen auf trockenem Wege geben: Schwefel und Blei, Schwefel und Eisen, Laugensalz und Kieselerde, u. d. gl.

§. 168. Wenn ein Auflösungsmittel von einem aufzulösenden Körper so viel in sich genommen hat, als er nur davon auflösen kann, so sagt man: es sey gesättiget (saturatum). Die Verwandtschaft des erstern gegen die Theile des letztern hat alsdann ihre Grenzen. Sehr oft ist diese Sättigung nach der verschiedenen Temperatur außerordentlich verschieden.

§. 169. Die aufgelösten Körper theilen sich in ihrer Natur nicht nach ihrem Antheil. Dieser Satz ist sehr barer an Folgerungen für die gewöhnlich glaubt. Es läßt ren, warum die mannigfaltig der Körper unter einander oft ganz andere Eigenschaften besitze, als die einzelnen Theile, woraus sie bestehen.

§. 170. Wenn das Auflösungsmittel durchsichtig ist, so muß auch nach geschēener Auflösung die neue Zusammensetzung durchsichtig bleiben, (vorausgesetzt, daß sie ihren Aggregatzustand nicht ändert); widrigenfalls ist die Auflösung entweder nur unvollkommen geschehen, oder es sind fremdartige Theile eingemengt.

§. 171. Die Verbindung zweier verschiedener Körper, die sich aufgelöst haben, ist oft dichter, als sie es der Natur der einzelnen Körper nach seyn sollte, aus denen sie zusammengesetzt ist; d. h. der Umfang

lang der Auflösung ist nicht mehr gleich der Summe der Umfänge, welche die Körper vor der Auflösung hatten. Manchmal ist das neuentstandene Gemisch auch wol lockerer, als es der Berechnung zu Folge seyn müßte. Alles dies beweist nicht nur die genaue und innige Vereinigungsart der Stoffe, die sich unter einander auflösen, sondern auch die Verschiedenheit des Gefüges, und der Stellung der Zwischenräume, welche die Körper nach ihrer wechselseitigen Auflösung erhalten.

Beispiele: Wingeist und Wasser zusammengemischt werden dichter, als sie der Berechnung zu Folge seyn sollten. Es werden ferner dichter: Gold und Silber, Gold und Bley, Gold und Wismuth, Gold und Zink, Silber und Kupfer, Silber und Bley, Silber und Zinn, Silber und Wismuth, Silber und Zink, Silber und Spießglasönig, Kupfer und Zinn, Kupfer und Zink, Kupfer und Spießglasönig, Bley und Wismuth, Bley und Spießglasönig, Quecksilber und Zinn, Quecksilber und Bley, Wismuth und Spießglasönig, wenn sie zusammen geschmolzen werden.

Es werden lockerer: Gold und Kupfer, Gold und Eisen, Gold und Zinn, Platin und Kupfer, Eisen und Spießglasönig, Eisen und Wismuth, Eisen und Zink, Kupfer und Bley, Zinn und Zink, Zinn und Bley, Zinn und Spießglasönig, Quecksilber und Wismuth.

Io. Dav. Hahn diss. de efficacia mixtionis in sparandis corporum voluminibus. L. B. 1751. 4. De densitate mixtorum e metallis et semimetallis factorum, auct. Christ. Eberg. Gellert, in den comment. acad. petrop. T. XIII., p. 382. übers. in Crells neuem Chem. Archiv B. VI. S. 318. De densitate metallorum secundum permixtorum, auct. Geo. Wolsf. Kraft, ebendaselbst T. XIV. S. 252., übers. ebendas. S. 323. Versuche und Beobachtungen über die specifische Schwere und die Anziehungskraft verschiedener Salzarten, — von Rich. Airwan, a. d. Engl. von L. Crell. Berlin und Stettin. 1783. fl. 8. Anmerkungen über die Gussprobe auf Zinn und Bley, von Axel Bergenskierna; in den neuen schwed. Abhandl. B. I. 1780. S. 156., übers. in Crells neuesten Entdeckungen, Th. VIII. S. 162.

§. 172. Es können sich auch mehr als zwei ungleichartige Stoffe unter einander verbinden, und Auflösungen bilden, und auf diese Art vielfach zusammengesetzte Körper hervorbringen. Dies ist die einfachste Art der complicirten Verwandtschaft (§. 161.).

Beispiele geben: Zusammengeschmolzen Blei, Zinn, Wismuth; Gold, Silber, Kupfer; Weingeist, Wasser und Zucker.

§. 173. Zwei ungleichartige Stoffe, die gegen einander wenig oder gar keine Verwandtschaft haben, können doch vermittelt eines dritten in gewisser Verbindung gesetzt, und zur Auflösung gebracht werden, wenn dieser mit beiden erstern nahe genug verwandt ist. Dies ist die zweite Art der complicirten Verwandtschaft (§. 161.), und sie heiße die Aneignung (*appropriatio*) oder die aneignende Verwandtschaft (*affinitas appropriata, adiuta*); der Körper aber, der die beiden andern mit einander vereinigt, das Zwischenmittel, das aneignende Verwandtschaftsmittel (*intermedium, corpus approprians*).

Beispiele: Oehl und Wasser mit Langensalz, Schwefel und Wasser mit Langensalz.

§. 174. Die verschiedenen ungleichartigen Stoffe verbinden sich unter einander nicht mit gleicher Stärke, und äußern gegen einander nicht einerley Verwandtschaft (§. 157.). Man kann daher zwei mit einander verbundene Körper trennen, wenn man einen dritten zusetzt, der mit einem von den beiden vorher verbundenen stärker verwandt ist und sich mit ihm verbindet, und wenn diese neue Verbindung dann keine Verwandtschaft mehr mit dem andern hat,

hat, der dadurch abgeschieden wird. Es dient daher die Verwandtschaft der Körper auch zur Zerlegung und Scheidung in ungleichartige Theile; und hieher gehört der oben (§. 158.) angeführte Fall. Diese Art der complicirten Verwandtschaft wird eine einfache **Wahlverwandtschaft** (*affinitas electiva simplex*) genannt.

Beispiele siehe oben §. 158.

§. 175. Wenn der abgeschiedene Körper aus der Auflösung als ein fester Körper zum Vorschein kommt, so heißt diese Verwandtschaft auch die **Niederschlagung**, oder **Fällung** (*praecipitatio*), der auf diese Art abgeschiedene Stoff ein **Niederschlag** (*praecipitatum*), und der Körper, der wegen seiner nähern Verwandtschaft den Niederschlag bewirkt, das **Fällungs-** oder **Niederschlagungsmittel** (*praecipitans*).

§. 176. Man unterscheidet auch hierbey Niederschläge auf nassem und trockenem Wege. Bey jenen ist die zu trennende Mischung schon an und für sich im Zustande der Flüssigkeit; bey diesen muß sie erst durchs Feuer flüssig gemacht werden.

Beispiele von Niederschlägen auf trockenem Wege giebt: die Scheidung des Spießglasmetalles vom Schwefel durch Eisen; des Bleies vom Schwefel durch Eisen.

§. 177. Man kennt noch kein allgemeines Gesetz, wornach sich diese Wahlverwandtschaften ereignen, und die Verwandtschaft oder die Stärke der Vereinigung der Körper mit einem gemeinschaftlichen Auflösungsmittel steht weder im Verhältniß ihrer Dichtigkeit; noch im umgekehrten Verhältniß der Zeiten, wobey verschiedene Körper von einem

Auf-

122 I. Theil. 3. Abschnitt. 1. Hauptstück.

Auflösungsmittel aufgelöst werden, wie Hr. Wenzel glaubt; noch im Verhältniß mit der Menge, in welcher sie aufgelöst werden können, wie Hr. Kinkwan behauptet; sondern sie richtet sich nach der eigenthümlichen Natur eines jeden Körpers, und kann nicht anders als durch Erfahrung gefunden werden. Uebrigens hat die Temperatur einen gar großen Einfluß auf den Grad der Verwandtschaft.

Wenzel Lehre von der Verwandtschaft der Körper, Dresden 1782. 8. S. 28; Kirwan Versuche und Beob. St. 2. S. 36.

§. 178. Diese einfachen Wahlverwandtschaften sind sehr wichtig und merkwürdig; und die Natur bedient sich ihrer in ihrer großen Werkstätte täglich, um Verbindung und Scheidung auf mannigfaltige Weise hervorzubringen. Erst in der neuesten Epoche der Naturlehre hat man angefangen, mehrere Erfahrungen mit Genauigkeit und Sorgfalt hierüber zu sammeln, und in Tafeln oder Stufenleitern dieser einfachen Wahlverwandtschaften zu verbinden. Schon im Jahr 1718 entwarf Geoffroy die erste; die hernach Vellert, Marherr, Erxleben, Wenzel u. a. m. verbesserten, vorzüglich aber Bergmann dadurch der Vollkommenheit näher zu bringen suchte, daß er Verwandtschaften auf trockenem und nassem Wege gehörig unterschied.

Beispiel: Stufenleiter der Verwandtschaft der Salpetersäure.

20. Wasser.
19. Silber.
18. Quecksilber.
17. Arsenikkönig.
16. Spießglaskönig.
15. Wismuth.
14. Kupfer.
13. Zinn.

12. Blei.

12. Blei.
11. Nickelkönig.
10. Kobaltkönig.
9. Braunsteinkönig.
8. Eisen.
7. Zink.
6. Mannerbe.
5. Bitterfalzerbe.
4. flüchtiges Laugensalz.
3. Kalkerbe.
2. Feuerbeständiges Laugensalz.
1. Schwererde.

Tables des differens rapports observés en chimie entre différentes substances, par Mr. Geofroy l'ainé, in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1718. S. 202. Eclaircissement sur la table, par Geofroy l'ainé, ebendaf. 1720. S. 20. Anfangsgründe zur metallurgischen Chemie, von Eph. Wrege. Gellert, Leipz. 1751. 8. 1776. 8. Phil. Ambros. Marchett chemische Abhandlungen von der Verwandtschaft der Körper, a. d. Lat. von Ernst Gottfr. Baldinger, Leipz. 1764. 8. Anfangsgründe der Chemie von Joh. Christ. Polpf. Wrege, Höttingen 1774. 8. Wenzel oben (S. 177.) angeführtes Werk. Torb. Bergmann de attractionibus electivis, in seinen *opusculis phys. chemicis* Vol. III. S. 291. ff. Verbesserte Verwandtschaftstafeln habe ich auch meinem *Handbuch der Chemie* Th. II. B. II. Halle 1790. angehängt.

§. 179. Wenn zwey Körper A und B, deren jeder aus zwey ungleichartigen Stoffen, A aus a und b, B aber aus c und d, zusammengesetzt sind, unter einander in Verbindung kommen, und der Stoff a zu c eine nähere Verwandtschaft hat als zu b, und die Verwandtschaft von c zu a auch stärker ist, als zu d; so muß sich natürlicherweise a und c zu einem neuen Körper C vereinigen; und wenn nun b und d auch Verwandtschaft gegen einander haben, so treten sie ebenfalls zu einem neuen Körper D zusammen. Die Körper A und B verwechseln ihre Bestandtheile gegen einander, und es entstehen zwey neue Körper C und D. Diese Art der complicirten Verwandtschaft wird eine doppelte Wahl-

Wahlverwandtschaft (*affinitas electiva duplex*) genannt.

Beispiele: Kupferkalk in Salpetersäure aufgelöst, wird durch regulinisches Eisen, als regulinisches Kupfer gefällt; Silberkalk in Salpetersäure, aufgelöst zerlegt Kochsalz; salpetersaurer Kalk wird durch kohlensaures Natriumsalz zerlegt.

Z w e n t e s H a u p t s t ü c k .

S c h w e r e .

§. 180.

Jeder Körper, welcher unterstützt ist, drückt auf die Unterlage, welche ihn unterstützt, und fällt oder bewegt sich, wenn die Unterstützung weggenommen wird, in einer geraden Linie nach der Erde zu; ohne daß wir eine äußere Ursache dabei wahrnehmen, welche diese Bewegung hervorbrächte.

§. 181. Diese Richtung zeigt einen Faden an, woran ein Körper frei herabhängt; und heißt eine **Lothrechte**, **senkrechte** oder **verticale Linie** (*linea verticalis*). Eine Ebene, worauf sie senkrecht ist, heißt eine **wasserrechte** oder **Horizontalebene** (*planum horizontale*); und eine gerade Linie in dieser Ebene gezogen, eine **wasserrechte** oder **Horizontallinie** (*linea horizontalis*).

§. 182. Das Bestreben der Körper, in senkrechter Linie gegen den Horizont sich von selbst zu bewegen, wenn sie nicht unterstützt sind; oder nach eben der Linie den Körper, worauf sie ruhen, zu drücken; heißt die **Schwere** (*gravitas*), und das Phänomen, das sie äußert, **Gravitation**.

§. 183.

§. 183. Da auf der Oberfläche einer Kugel keine andere Linie senkrecht steht, als diejenige, welche durch den Mittelpunkt der Kugel geht, so müßte auch, wenn die Erde eine kugelförmige Gestalt hätte, die Directionslinie der fallenden Körper verlängert gegen den Mittelpunkt der Erde gehen. Da aber die Erde eigentlich keine Kugel, sondern ein Sphaeroid ist, so gehen zwar nicht alle Richtungen der Schwere durch ihr Centrum; in der Praxis aber können wir ohne merklichen Fehler hier die Erde als eine vollkommene Kugel; und wegen der großen Entfernung des Centrums derselben von der Oberfläche die Directionslinien der Schwere benachbartet Körper auch als parallel ansehen.

§. 184. Die Schwere bezieht alle Körper, die wir kennen, und sie ist ein allgemeines Phänomen der Körper; aber deswegen mit dem Begriff des Körpers nicht unzertrennlich verknüpft, oder keine notwendige Eigenschaft, wie einige wähnen. Wenn aber auch alle Körper der Erde schwer sind, so sind wir deswegen noch nicht berechtigt, alle Materie für schwer zu halten, und die unten anzustellenden Untersuchungen werden uns lehren, daß einige Stoffe schlechterdings keine Schwere haben können.

§. 185. Durch die Schwere sind alle irdischen Körper mit der Erde verbunden, und können von ihr nicht entfliehen. Durch sie sind aber auch große Weltkörper zu einem System vereinigt.

Newtoni philos. natural. principia mathematica. L. III.
Prop. 19. 20.

§. 186. Da die schweren Körper in jeder Richtung und Geschwindigkeit, die mit der der Schwere nicht

nicht überestimmt, Widerstand leisten, so muß auch die Schwere eine Kraft genannt werden! Diese Kraft muß aber stets und ununterbrochen wirksam seyn, da wir ihre Wirkungen in den Körpern immer und in jedem Augenblicke wahrnehmen. Die Erfahrung lehrt auch ferner, daß sie an ein und eben demselbigen Orte in einem Körper immer einerley bleibt, und eben so, daß ihre Richtung an einem und demselbigen Orte unveränderlich ist.

§. 187. In Aufsuchung der Ursach dieser Kraft haben sich die Weltweisen von jeher sehr viel gestritten, und gar nichts gewonnen. Alle diejenigen, welche die Schwere von den Wirkungen einer andern subtilen, flüssigen Materie ableiten, wie Cartes, Huygens, Bülfinger, Kraßenstein, le Sage, können bey allen mechanischen Erklärungsarten, von der Art und Weise der Bewegung dieser Materie, uns nicht befriedigen; und immer bleibt, außer ans

³ Cartesii princip. philos. L. IV. prop. 19, 20. ff.
⁴ Christ. Huygens diss. de causa gravitatis; in Opera operibus reliq. T. I. C. 93. ff., De causa gravitatis physica generali disquisitione experimentalis, auct. Geo. Bernh. Bülfinger, Paris. 1728. 4.
⁵ Kraßensteins Vorlesungen über die Experimentalphysik C. 60. Lucreos newtonien, par Mr. le Sage, in den Mém. de l'acad. roy. des sc. de Berlin, année 1728. S. 204. ff.

§. 188. Wir müssen eingestehen, daß wir von der Schwere an sich, als Ursach des Phänomens der Gravitation, gar nichts wissen. Wir sehen hiebei nur wieder das Phänomen, und die Ursach davon liegt außer unserer Erfahrung. Der Name **Schwerkraft**, **Kraft der Schwere**, soll nicht die Ursach erklären, sondern nur anzeigen, daß wir nach dem Bedürfniß unserer Geistes zu dem ähnlich wahrgenommenen Phänomen eine wirkende Ursach annehmen, und diese von der Wirkung selbst unterscheiden. Wir wollen uns daher nur darauf einlassen, die Wirkungen der Schwere zu erkennen, um die Gesetze ausfindig zu machen; nach welchen sie wirkt, wenn uns auch gleich die Ursach entgeht, und wir nicht befriedigend erklären können, wie Körper in der Entfernung auf einander zu wirken vermögend sind. Die Ausfindung eines einzigen Gesetzes der Schwere hat weit mehr Verdienst; hat mehr Nutzen gestiftet, als alle Rasonnements über die Ursach der Schwere zusammengenommen.

§. 189. Die Erfahrung lehrt uns, daß verschiedene ungleichartige Körper von einem Umfang nicht gleich stark nach der Richtung der Schwere drücken. Die Größe dieses Drucks, den ein Körper äußert, heißt das **Gewicht** (*pondus*). Gewicht und Schwere müssen nicht mit einander verwechselt werden. Schwere ist die beschleunigende Kraft (§. 12.), in so fern sie auf jedes Atom der schweren Masse wirkt; Gewicht aber ist die bewegende Kraft dieser schweren Masse, oder das Product aus der beschleunigenden Kraft der Schwere durch die Summe der davon afficirten Atome, oder durch die schwere Masse (§. 12. 110.). Hieraus folgt dann, daß die beschleunigende

beschleunigende Kraft der Schwere einer Masse gleich sey dem Gewicht derselben dividirt durch die schwere Masse.

Wenn wir die beschleunigende Kraft der Schwere f und die Summe der davon officirten Atome M nennen: so ist das Gewicht der letztern, oder $P = f \cdot M$, und $P : M = f$. Ferner ist $f = \frac{P}{M}$.

In so fern die Schwere eine stete Kraft ist, und eine gleichförmig beschleunigte Bewegung hervorbringt, und in so fern alle Atome einer Masse von der Schwere officirt werden, lassen sich aus ihr die Beschleunigung schwerer Massen folgende Sätze annehmen:

- 1) Das Product aus dem Gewichte (P, p) durch die Zeit (T, t) ist gleich dem Producte der Masse (M, m) aus der Geschwindigkeit (C, c), oder $PT = MC$, und $PT : pt = MC : mc$.
- 2) Die Gewichte mit den Quadraten der Zeiten multiplicirt, sind gleich den Massen mit den durchlaufenen Räumen S, s , multiplicirt, oder $PT^2 = MS$, und $PT^2 : pt^2 = MS : ms$.
- 3) Die Gewichte mit den Räumen multiplicirt, sind gleich den Massen mit den Quadraten der Geschwindigkeiten multiplicirt, oder $PS = MC^2$, und $PS : ps = MC^2 : mc^2$.

§. 190. Da die Schwere allen gleichartigen Theilen eines schweren Körpers eingeplant ist, so kann die beschleunigende Kraft an und für sich weder vermehrt, noch vermindert werden, die Theile mögen vereinigt oder von einander getrennt seyn; das Gewicht hingegen ändert sich nach dem Unterschiede der Quantität der schweren Materie, woraus der Körper besteht.

Wenn wir die Summe aller von der beschleunigenden Kraft der Schwere (f) officirten Theile eines Körpers M nennen, und annehmen, daß ein Theil m von dieser Masse weggenommen wird, so wird das übrige Gewicht p zu $f \cdot (M - m)$ kleiner seyn, als vorher P oder

oder $F \cdot M$ war; die beschleunigende Kraft aber wird immer dieselbige bleiben, denn $\frac{F \cdot (M - m)}{M - m} = \frac{F \cdot M}{M}$.

Eben so muß es auch seyn, wenn ist einem Theile m der Masse M die Schwere zu wirken aufhört.

§. 191. Wenn alle Materie schwer wäre, so wären wir berechtigt anzunehmen, daß die Körper, welche mehr Gewicht haben, auch mehr Materie enthielten, oder dichter wären (§. 44), und umgekehrt; und Masse (§. 41.) und Gewicht wären daher gleichbedeutend. Wenn es aber einige nicht schwere einfachere Bestandtheile der Körper giebt, und wol gar die Kraft der Schwere dadurch auf andere aufgehoben wird, so können dichtere Körper nur in so fern Körper schwererer Art, schwerartigere Körper (*corpora specificè graviora*), und lockere, Körper leichter Art, leichtartigere Körper (*corpora specificè leviora*) genannt werden, in wie fern jene bey einerley Volum mehr, diese aber weniger schwere Materie enthalten. Das Gewicht zeigt also nicht die Summe der materiellen Theile, sondern nur die Summe der von der Schwere afficirten Theile an.

§. 192. Das Gewicht eines Körpers an sich, oder die Ponderosität desselben (wenn ich so sagen darf), läßt sich nicht bestimmen, sondern nur die Verhältnisse des Gewichts der Körper; und man muß daher, um anzugeben, welcher Körper schwererer und welcher leichter Art sey, das Gewicht eines andern Körpers zur Einheit machen. Im bürgerlichen Leben nennt man die zur Einheit angenommene Größe des Drucks eines Körpers selbst Gewichte, z. B. ein Contner, ein Pfund, ein Loth, u. d. gl.

Der Druck eines schweren Körpers gegen das, was ihn unterstützt, überhaupt betrachtet, ohne Rücksicht auf das Volum des Körpers, heißt sein absolutes Gewicht (*pondus absolutum*).

§. 193. Wenn man aber zwei Körper in Ansehung ihres absoluten Gewichts gegen einander vergleicht, und ein gewisses bestimmtes Volum zum Grunde der Vergleichung setzt, oder ihre Volumina bei gleichem absoluten Gewicht mit einander vergleicht, so erhält man den Begriff von dem eigenthümlichen Gewichte (*pondus specificum*), oder der eigenthümlichen Schwere (*gravitas specifica*). Das eigenthümliche Gewicht eines Körpers bezeichnet also das Verhältniß der Quantität der schweren Theile eines Körpers zu einem andern, die in gleich großen Inbegriffen enthalten sind.

§. 194. Es fließen hieraus die Regeln:

1) Körper von einerley Volum verhalten sich in ihrem eigenthümlichen Gewichte, wie ihre absoluten Gewichte.

Nennen wir die Volumina zweyer Körper V, v , ihre absoluten Gewichte P, p , und das specifische Gewicht Z, z , und nehmen wir $V = v$, so ist $Z : z = P : p$.

2) Körper von einerley absolutem Gewichte verhalten sich in ihrem specifischen Gewichte umgekehrt wie ihre Volumina.

Wenn $P = p$, so ist $Z : z = v : V$.

3) Körper von ungleichem Volum und ungleichem absoluten Gewichte verhalten sich in ihrem specifischen Gewichte wie die Quotienten des absoluten Gewichts durch die Volumina.

Es ist überhaupt $Z : z = Pv : pV = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$.

Fall der schweren Körper.

§. 195. Da die Schwere ununterbrochen und stetig auf die Körper wirkt, so viel wir aus Erfahrung wahrnehmen können (§. 186.), so kann auch die Bewegung, welche ein Körper durch die Schwere beim Fall erlangt, keine gleichförmige Bewegung seyn (§. 73.), sondern der fallende Körper muß zu der erhaltenen Geschwindigkeit in jedem unendlich kleinen Zeittheile einen Zusatz erhalten, und folglich mit einer in unendlich kleinen Zeittheilen gleichförmig beschleunigten Bewegung (§. 76.) fallen.

§. 196. Es lassen sich also die oben (§. 76 — 81. angeführten Sätze von der gleichförmig beschleunigten Bewegung der Körper auf den Fall der schweren Körper anwenden. Es folgt aus dieser Anwendung, 1) daß die Räume, welche ein schwerer Körper bei seinem freyen Fall in gleichen aufeinander folgenden Zeitelementen zurücklegt, sich verhalten, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, u. s. f. (§. 80.); 2) daß sich die Räume, welche ein schwerer Körper vom Anfang seiner Bewegung an, durch den freyen Fall zurücklegt, wie die Quadrate der Zeiten, oder der am Ende des Falls erlangten Geschwindigkeiten (§. 81.), und 3) daß die Geschwindigkeiten am Ende des Fallens sich wie die Quadratwurzeln der Räume verhalten.

Denn weil $S : t = T^2 : t^2$ (nach 2) und $T : t = C : c$, so muß auch $C^2 : c^2 = S : s$, und folglich $C : c = \sqrt{S} : \sqrt{s}$ seyn. Galilei hat diese Gesetze des freyen Falls schwerer Körper zuerst entdeckt, die Theorie hiers von entworfen, und durch Versuche mit, dem Fall auf der schiefen Ebene zu bestätigen gesucht. W. s. dessen *Dialogus de motu locali.* L. B. 1699: 4.

A Riccioli suchte die Wahrheit der galiläischen Sätze mit seinem Gehülfsen Grimaldi durch unmittelbare

Versuche zu bestätigen. (M. s. Riccioli's *Almagestum novum*, L. II. Cap. 21. Pr. 24.) Er ließ Kugeln aus Kreide, die 2 Unzen wogen, durch genau gemessene Höhen bey einem genauen Zeitmaasse durch ein Pendul fallen, und er fand

in 1 Sec. 50 Tertien 10 Fuß (röm.) Fallhöhe.

1	:	40	:	40	:
2	:	30	:	90	:
3	:	20	:	160	:
4	:	10	:	250	:

Ferner

in 1 Sec.	:	:	:	15	:
2	:	:	:	60	:
3	:	:	:	135	:
4	:	:	:	240	:

Aber diese Resultate treffen ohngeachtet des Widersandes der Luft, auf welchen doch in der Theorie selbst keine Rücksicht genommen worden ist, so genau mit dieser selbst zusammen, daß schon deshalb mit Recht Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Beobachtung gesetzt werden kann.

Die vollkommenste Ueberzeugung gewähren die, mit theilbarer Weise durchs Pendul angestellten, Versuche, die in der Folge vorkommen werden.

§. 197. Da die Directionslinie der fallenden Körper auf die Erdoberfläche senkrecht steht (§. 183.), so kann auch der Raum, den ein Körper beim Fallen durchläuft, durch die Perpendicularlinie gemessen werden, welche durch den Mittelpunkt der Erdoberfläche geht. Diese Perpendicularlinie nennt man auch die Höhe der fallenden Körper. Sie ist daher der Raum, welchen ein fallender Körper durchläuft. Da sich beim Fallen der Körper die Räume verhalten wie die Quadrate der Zeiten oder der Geschwindigkeiten (§. 196.), so werden sich auch die Höhen so verhalten müssen. Wenn daher ein Körper in der ersten Secunde durch eine gewisse Höhe gefallen ist, so wird er in zwey Secunden viermal, in drey Secunden neunmal so tief gefallen seyn.

§. 198. Die Erfahrung lehrt, daß ein schwerer Körper bey seinem Fall in unsern Gegenden in der ersten Zeitsecunde eine Höhe von 15,094662 parisi. Fuß, oder 15,625 rheinländische Fuß = 15625 Tausendtheilen eines rheinländischen Fußes durchläufe.

Diese Fallhöhe in der zur Zeiteinheit genommenen Zeit 1 Secunde hat Huygens mittelbarer Weise durchs Pendul bestimmt. (Horologium oscillatorium. Paris! 1673. Fol. P. IV. pr. 26.)

Die Quadraturwurzel von 15625 ist 125.

§. 199. An einerley Ort sind die beschleunigenden Kräfte bey dem freyen Fall der schweren Körper einetley, ihre schwere Masse mag seyn wie sie will. Die Masse der fallenden Körper kann hier gar nichts zu ihrer Geschwindigkeit bey dem freyen Falle beytragen; wie es wol sonst scheinen möchte. Nur bey dem Falle in einem widerstandleistenden Mittel, z. B. in Luft, Wasser, u. d. gl. wird freylich der Körper, der bey gleicher Geschwindigkeit weniger Masse, und also weniger Gewalt hätte, einerley Widerstand mit der geringen Kraft nicht überwinden, den ein anderer mit größerer Kraft überwindet. Ein jeder wird hingegen zugeben, daß in einem freyen Mittel mehrere gleichartige Theile eines Körpers mit gleicher Geschwindigkeit fallen. Warum sollten sie es aber nicht thun, wenn sie einzeln, und nicht zusammen verbunden wären? Alle Körper, große und kleine, leichte und schwere, fallen also, ohne Einfluß ihrer Masse, im freyen Mittel, gleich geschwind.

Dieser Satz folgt aus dem oben (§. 190.) angeführten;

$$\text{und es ist } f = F, \text{ weil } \frac{P}{M} = \frac{P}{m} \text{ oder } \frac{f \cdot M}{M} = \frac{f \cdot m}{m}.$$

Aber

Obz nur an einerley Ort findet dieser Fall statt, weil k , oder die beschleunigende Kraft selbst nach dem Aequator zu ab-, und nach den Polen hin zunimmt, wie nachher bemerkt werden wird.

§. 200. Da sich die Lehre von der gleichförmig beschleunigten Bewegung auf den freyen Fall der Körper anwenden läßt, so folat auch, daß ein schwerer Körper, der durch den Fall einen gewissen Raum von seiner Ruhe an durchläuft, nach Verlauf eines Zeittheils eine endliche Geschwindigkeit erlangt, mit der er, wenn die Schwere nicht weiter auf ihn wirkte, in der eben so großen Zeit den doppelt so großen Raum gleichförmig zurücklegen würde.

Geschwindigkeit
en wie die Qua-
) oder der Hö-
e die fallenden
windigkeiten in
hwere zurücktes
Fallhöhe gehö-
ch wie das Du-
hen verhalten.

Wenn ein Körper in einer Zeitsecunde 15,625 \mathcal{L} durchläuft, so wird er am Ende dieser Zeit eine Geschwindigkeit haben, daß er in eben dieser Zeiteinheit einen Raum von 140,625 Fuß zurücklegt, oder die zu seiner Fallhöhe gehö-
Wenn er 3 Secunden lang fällt, so wird 140,625 \mathcal{L} die Geschwin-

1 Fuß für sich selbst, obz, oder die zu seiner Fallhöhe gehö-
wird 31,250 Fuß sein.
3 Secunden lang fällt, Fallhöhe 9 = 15,625 \mathcal{L} dieser dritten Secunde die Zeiteinheit gehörige

Geschwin

= 93,750 Fuß sein,

oder er wird in der Zeiteinheit, in Einer Secunde, wenn die Schwere nicht weiter auf ihn wirkte, den Raum von 93,75 Fuß, und in 3 Secunden den Raum von $3 \cdot 93,750 = 281,25$ Fuß gleichförmig

Wormia zurücklegen. Es verhält sich aber $31,250 : 93,750 = 2 \sqrt{15625} : 2 \sqrt{140625} = 2 : 125 : 2$.
 $375 = 25 : 75 = 1 : 3 = 1 : 31,250 : 3 : 31,250 =$
 $31,250 : 93,750$, also wie das Duplum der Quadrats-
 wurzeln der Fallhöhen.

§. 202. Man findet also die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit, wenn man das Duplum der endlichen Geschwindigkeit, die der Körper nach der Zeiteinheit hat, mit der Anzahl der verflossenen Zeiteinheiten multiplicirt.

Wenn ein Körper in der Zeiteinheit, in Einer Secunde $15,625$ Fuß fällt, so ist die zu seiner Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit $31,250$ Fuß, und wenn er drey Zeiteinheiten, oder 3 Secunden fällt, so ist diese $93,750 = 3 \cdot 31,250$ Fuß.

§. 203. Hieraus fließt ferner die kurze Regel zur Bestimmung der zur Fallhöhe gehörigen Geschwindigkeit, d. h. der Räume, welche die Körper nach dem Fall aus einer gewissen Höhe in der Zeiteinheit gleichförmig zurücklegen würden, wenn sie bloß träge wären, und die Schwere nicht weiter auf sie wirkte: Man multiplicirt die gegebene Höhe des Falles mit dem in der Zeiteinheit beschriebenen Raum, und aus dem Product ziehe man die Quadratwurzel; diese doppelt genommen, ist die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit.

Wenn wir die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit V , und die Höhe S nehmen, und eine Secunde zur Zeiteinheit nehmen, so ist

$$V = 2 \sqrt{(15,625 \cdot S)} = 250 \cdot \sqrt{S}.$$

Wenn ein Körper 1000 Weill. Fuß hoch herabfällt, so wird die dazu gehörige Geschwindigkeit am Ende des Falles in der Zeiteinheit, oder einer Secunde, seyn

$$= 2 \sqrt{(15,625 \cdot 1000)} = 2 \cdot 125 = 250 \text{ Fuß.}$$

Wenn also ein Körper eine Secunde lang, oder $15,625$ Fuß hoch und ein anderer 1000 Fuß hoch verbleibt, so verhalten sich die zu diesen Fallhöhen gehörigen Geschwindigkeiten $V : v = 2 \sqrt{(15,625 \cdot 15,625)}$

$$\begin{aligned}
 625) : 2 \sqrt{(15, 625 \cdot 1000)} &= 2 \cdot 15,625 : 2 \cdot \sqrt{15625} \\
 &= 2 \cdot 15,625 : 2 \cdot 125 = 31,250 : 250 = 1 : 8. \text{ oder es ist} \\
 V : v &= 250 \cdot \sqrt{15, 625} : 250 \sqrt{1000} = 250 \cdot 125 : \\
 250 \cdot 1000 &= 1 : 8.
 \end{aligned}$$

§. 204. Da die Größe der Bewegung eines ver-
stehenden, oder durch eine innere Kraft getriebenen
Körpers wächst, so wie die Geschwindigkeit zunimmt,
und die Gewalt oder die Größe des Widerstandes
aus Masse und Geschwindigkeit zusammen ermessen
werden muß, so ist leicht einzusehen, daß die Ge-
walt fallender Körper während des Fallens beständig
zunehmen, und sich überhaupt bei gleichen Massen
wie die endliche Geschwindigkeit oder die Quadrats-
wurzeln der Höhe verhalten muß. Ein Körper, der
viermal so hoch herabfällt, wird also noch einmal
so viel Gewalt haben, als ein anderer von eben
dem Gewicht, und wenn er neunmal so hoch herab-
fällt, dreymal so viel Gewalt.

Beseht, ein Körper fällt 15,625 Fuß hoch herab, und ein
anderer von eben dem Gewicht fällt 62,5 Fuß, so ver-
halten sich ihre Höhen wie 1 : 4, und ihre endlichen
Geschwindigkeiten wie $\sqrt{15,625} : \sqrt{62,5} = \sqrt{15625}$
: $\sqrt{62500} = 125 : 250 = 1 : 2$, folglich wie die $\sqrt{12}$
 $\sqrt{4}$; oder wie die Quadratwurzeln der Höhen. Da
sich nun die Gewalt verhält, wie die endliche Geschwin-
digkeit, so wird sie sich auch wie die Quadratwurzel
der Höhe verhalten müssen, wenn die Gewichte oder
die schweren Massen gleich sind.

§. 205. Wenn zwei Körper von verschiedenen
Höhen fallen, deren endliche Geschwindigkeiten sich
umgekehrt verhalten, wie die schweren Massen; so
haben sie gleiche Gewalt.

Ein Gewicht von 3 Pf., das aus einer Höhe von 15,625 Fuß
fällt, hat nicht mehr Gewalt als ein Gewicht von 1 Pf.,
das aus der Höhe von 140,625 Fuß fällt. Denn es sind
hier Geschwindigkeit und Massen umgekehrt
proportional

proportional, oder die Producte daraus sind gleich. Es ist nemlich die endliche Geschwindigkeit von 3 Pf. = $\sqrt{15625} = 125$, und die von 1 Pf. = $\sqrt{140625} = 375$. Sie verhalten sich also wie 125:375 = 1:3. Da nun die Größen der Bewegung gleich sind, wenn die Producte aus den Geschwindigkeiten in die Massen gleich sind, so ist auch hier gleiche GröÙe der Bewegung, weil $3 \cdot 1 = 1 \cdot 3$.

§. 206. Aus den allgemeinen Gesetzen der Beschleunigung schwerer fallender Körper (§. 196.), und dem Erfahrungssatze im §. 198. läßt sich leicht finden,

- 1) wie groß der Raum ist, den ein Körper in einem Falle durchfällt;
- 2) wie er herabgefallen ist, mit welcher Geschwindigkeit er angekommen ist; und
- 3) wie lange er dazu gebraucht habe, wenn

Die

1. ersten Satze des §. 1. die Höhe gleich dem der gegebenen Anzahl ersten Secunde oder in Körper 4 Secunden $\sqrt{15625} = 125$ Fuß, aus dem Quotienten der Höhe einer Secunde die Zeit, in Secunden aus

gibt; oder die Zeit $T = \sqrt{\frac{S}{15,625}}$. B. V. ein Körper fällt 250 Fuß hoch herab, wie viel Zeit hat er dazu gebraucht? Antw. $\sqrt{\frac{250}{15,625}} = \sqrt{16} = 4$ Secunden.

Wenn durch die Erde hindurch ein Loch gienge, das gerade durch den Mittelpunct der Erde träre, und die beschleunigende Kraft der Schwere bliebe gleichförmig und es wäre kein Widerstand der Luft u. d. gl. da, so würde ein schwerer Körper, der durch dies Loch durchfiel, wenn wir den Halbmesser der Erde 19615800 par

is. Fuß annehmen, in $\sqrt{\frac{19615800}{15,625}} = 1140$ oder nahe 1140

Secunden oder 19 Minuten den Mittelpunct der Erde erreichen; aber er würde, wie §. 208. es lehrt, nicht zum Stillstand kommen, sondern würde weiter

wird, hier nicht stehen bleiben, sondern durch die in dieser Fallhöhe erlangte Geschwindigkeit auf der andern eben so hoch in die Höhe steigen, und von da wieder bis ganz herauf zurückgehen, und dies beständig so fort.

halten sich wie die ungeraden Zahlen: 17, 13, 9, 5, 1.

§. 208. Ein Körper also, der durch eine Kraft losgetrieben in die Höhe getrieben wird, steigt wegen der Schwere nur zu derjenigen Höhe hinauf, aus welcher er beim Herabfallen die Geschwindigkeit erlangen könnte, mit welcher er anfangs geworfen wurde.

§. 209. Bey der gleichförmig verminderten Bewegung gelten dieselben Gesetze, wie bey der gleichförmig beschleunigten. Wenn daher der Raum

bestimmt ist, den ein Körper in der ersten Secunde seines senkrechten Aufsteigens der Schwere entgegen zurücklegt, so läßt sich bestimmen 1) die Geschwindigkeit, mit der er geworfen wird, 2) die Zeit, die er braucht, um seine ganze Aufsteigsgeschwindigkeit zu verlieren, und 3) die Höhe, zu der er aufsteigt, ehe er seine ganze Geschwindigkeit verliert.

Setzt, ein Körper steigt in der ersten Zeitsecunde seines senkrechten Wurfs 9. 15,625 Fuß = 140,625 Fuß hoch auf, so wird er überhaupt 5 Secunden lang, und $5^2 \cdot 15,625 = 390,625$ Fuß hoch steigen. Denn

in der 1ten Secunde steigt er 9mal	15,625 F.	=	140,625 F.
2ten	7	15,625	= 109,375
3ten	5	15,625	= 78,125
4ten	3	15,625	= 46,875
5ten	1	15,625	= 15,625
folgl. in 5 Secunden	25mal	15,625	= 390,625 F.

Schwerpunkt fester Körper.

§. 210. Man nehme einen dünnen platten Körper und schiebe ihn auf einer Spitze hin und her, so wird man endlich einen Punkt finden, in welchem der Körper auf der Spitze ruhet, und durch dessen Unterstützung der Körper vor dem Fallen auf jeder Seite bewahrt wird.

§. 211. Dieser Punkt heißt der Schwerpunkt oder der Mittelpunkt der Schwere (centrum gravitatis). Wenn drei schwere Elemente in gerader Linie neben einander, durch Cohäsion mit einander verbunden sind, so sieht man leicht ein, daß die senkrechte Unterstützung des mittleren sie alle vor dem Fall sichern wird, wenn die Cohäsion der Elemente zur Seite des unterstützten durch ihr Gewicht nicht getrennt werden kann. Das schwere Element dazwischen und jenseits des unterstützten drückt gleich stark nach

nach unten, es kann daher keines eher sinken, als das andere, und durch die Cohäsion wird es verhindert, sich loszureißen vom unterstützten. Es bleibt daher das ganze System unterstützt. Ferner leidet die Unterstützung eben so viel Druck, als wenn auf sie ein Gewicht drückte, daß der Summe des Gewichts aller schweren Theile gleich wäre. Es ist also eben so gut, als ob die Schwere aller einzelnen Elemente, oder ob das ganze Gewicht des Systems im unterstützten vereinigt wäre. Eben deswegen nennt man es den Schwerpunkt. Es ist leicht einzusehen, daß das, was ich von drey in einer geraden Linie verbundenen schweren Elementen angeführt habe, auch von zweyen gelte, wenn sie in der Mitte der geraden Linie, die sie bilden, senkrecht unterstützt wer-

ie, gewisse Anzahl schwerer
es einen gemeinschaftlichen
die um Eins größere An-
n Schwerpunkt haben wer-
fünf, sechs, u. s. w. schwer
genommen werden könne.
per läßt sich ein Punkt an-

nehmen, um welchen herum alle Körpertheilchen auf der einen Seite so viel Gewicht haben, als die auf der entgegengesetzten Seite; und dieser gemeinschaftliche Schwerpunkt liegt so, daß, wenn alle Körpertheilchen, die auf der einen Seite liegen, durch ihre Entfernungen davon multiplicirt werden, die Summe dieser Producte gleich ist der Summe ähnlicher Producte für die Theilchen auf der andern Seite desselben.

§. 212. Wenn die schwere Masse eines Körpers durch seinen ganzen Raum gleichförmig verbreitet ist, so haben gleich große Theile desselben auch gleiches

Se

Gewicht, und der Mittelpunkt der Größe oder der Figur des Körpers wird dann auch sein Schwerpunct seyn. Der Mittelpunkt einer solchen Kugel wird also ihr Schwerpunct seyn; bey einem Cylinders und bey einem geraden Prisma wird er in der Mitte der Achse liegen. Sehr dünne Schelben kann man als schwere Ebenen betrachten, die es freylich im geometrischen Sinne nicht geben kann. In diesem Sinne kann man von dem Schwerpuncte eines Dreyecks, eines Kreises, u. d. gl. reden. Wenn man aus zweyen Winkeln eines Dreyecks auf die Mitte der gegenüber stehenden Seitenlinien gerade Linien zieht, so ist der Durchschnittspunct dieser Linien der Schwerpunct des Dreyecks; und wenn man aus irgend einem Winkel eines Dreyecks eine gerade Linie auf die Mitte der gegenüberstehenden Seitenlinie zieht, so liegt der Schwerpunct in dieser Linie $\frac{2}{3}$ von dem Winkel entfernt, aus dem man die Linie zog. (Fig. 27.) In einer Pyramide und in einem Kegel liegt der Schwerpunct in der Achse, und zwar in der Entfernung von $\frac{3}{4}$ derselben von der Spitze; in einer Halbkugel $\frac{3}{8}$ in der Höhe der senkrechten Linie aus dem Mittelpunct der Grundfläche gezogen.

Karstens Lehrbegriff der gesammten Mathematik, Th. I. B. II. S. 49. ff.

§. 213. Wenn ein gerader Cylinders, ein gerades Prisma, eine gerade Pyramide, oder ein gerader Kegel, oder eine Halbkugel lothrecht steht, so wird jeder Punct der Grundfläche von dem Gewicht aller Theilchen gedrückt, die sich lothrecht darüber befinden; es ist also eben so viel, als wenn die Grundfläche selbst schwer, und das Gewicht derselben durch den Raum dieser Fläche gleichförmig vertheilt

theils wäre. Können werden auch diese Körper unterstützt seyn, wenn der Mittelpunct ihrer Grundfläche lothrecht unterstützt ist.

Kantens Anfangsgr. der Naturl. §. 39.

§. 214. Wenn der Schwerpunkt eines festen Körpers nicht unterstützt ist, so kann der Körper rabsinken, und der ganze Körper wird zerstört. Wenn hingegen die Verticalschwerpunkte gezogen außerhalb der Unter-, so fällt der Körper, und zwar nach, wo der Schwerpunkt liegt. Es ist gar nicht nöthig, daß der Schwerpunkt unmittelbar gehalten werde, was in vielen nicht einmal angienge; so kann z. B. in einer Kugel ihr Mittelpunct, wenn er ihr ist, nicht unmittelbar unterstützt werden, weil ihn allenthalben umgebende Masse derselben es hindert. Es braucht nur ein Punct A oder B (Fig. 28.) unterstützt zu seyn, der in der Verticallinie AB liegt, welche durch den Schwerpunkt C in der Richtung der Schwere geht. In dieser Richtung wird der Schwerpunkt durch die Schwere gegen den Horizont zu sollicitirt, und eine Kraft, die dem Gewichte des Körpers in dieser Richtung vollkommen widersteht, wird das Fallen des Schwerpunktes, folglich des ganzen Körpers, verhüten. Diese Richtung ACB heißt die Directionslinie des Schwerpunktes, oder die mittlere Richtung der Gewichte aller schweren Elemente des Körpers.

§. 215. Wenn ein schwerer Körper so aufges hängt wird (Fig. 28), daß der Mittelpunct der Bewegung mit dem Mittelpunct der Schwere C übereinstimmt,

überelbständig, und der Körper sich zwar um denselben drehen, sonst aber nicht weichen könnte, so wird er in jeder Lage ruhen, und es ist eben so gut, als ob alle übrigen Theile außerhalb des Aufhängungspunctes keine Schwere hätten.

§. 216. Wenn der unterstützte Punct, an welchem der Körper hängt, höher liegt als der Schwerpunct, und z. B. der Körper (Fig. 28.) in dem Puncte A unterstützt wird, so ist der Körper nur dann in Ruhe, wenn der Aufhängungspunct A in einer geraden Linie mit der Directionslinie CB des Schwerpunctes C liegt. Der Körper kann in diesem Zustande des Gleichgewichts sich nicht um A drehen, ohne daß sein Schwerpunct nicht stiege. Bey einer Abweichung, auch bey der geringsten, der geraden Linie AC von der verticalen Richtung wird sich der Körper bewegen, und von selbst in die Lage zu versetzen streben, in welcher AC vertical, oder in der Directionslinie des Schwerpunctes CB ist. Der Schwerpunct eines aufgehängten oder sonst beweglichen Körpers sinkt also immer herab, und zwar so tief als er kann. Er nimmt also unter allen möglichen Stellen jederzeit die niedrigste ein, die er erhalten kann, ohne vorher zu steigen.

Hierauf gründet sich auch die Methode den Schwerpunct mechanisch zu finden.

§. 217. Wenn B der unterstützte Punct ist (Fig. 28.) und niedriger liegt, als der Schwerpunct C, so kann kein beharrliches Gleichgewicht stattfinden, sondern es verursacht die geringste Abweichung der geraden Linie BC von der Directionslinie des Schwerpunctes, daß der Körper anfallen, und sich in eine

ans

andere Lage versehen muß, worin die Directionslinie seines Schwerpunktes entweder senkrecht unterstützt ist, oder andere Ursachen sein können verhindern.

Eine Kugel kann auf einer wagerechten Ebene in jeder Lage ruhig liegen, weil diese die Directionslinie des Schwerpunktes senkrecht unterstützt; die geringste Abweichung der Ebene von der horizontalen Lage macht, daß die Kugel darauf herabrollt.

Es ist zwar an sich möglich, daß ein Kegel auf seiner Spitze ruhen kann, wenn seine Achse vollkommen lothrecht steht; aber die allergeringste Abweichung von dieser lothrechten Richtung würde ihn zum Umfallen bringen.

Karstens Anfangsgr. der M. W. §. 43.

§. 218. Wenn die Directionslinie des Schwerpunktes innerhalb der unterstützten Grundfläche eines Körpers fällt, und darauf lothrecht ist, so kann der Körper nicht durch sein eigenes Gewicht umfallen. Wenn aber die Directionslinie außerhalb der unterstützten Grundfläche fällt, so fällt der Körper um, und zwar nach der Seite hin, wohin der Schwerpunkt liegt. Es ist im ersten Falle nicht nöthig, daß alle Punkte der Grundfläche unterstützt sind, sondern die unterstützten Punkte brauchen nur die Mittelpunkte einer ebenen geradlinigten Figur auszumachen, wenn man sie mit geraden Linien zusammenzieht, wofern die Verticallinie durch den Schwerpunkt oder die Directionslinie desselben eine Stelle der wagerechten Ebene trifft, die innerhalb der Grenzen jener Figur liegt.

Ein Tisch auf drey Füßen steht fest, und fester als auf vieren, weil jene allemal in einerley Ebene fallen, welches bey vierten nicht der Fall ist, wenn der Boden nicht völlig wagerecht, und alle Füße genau gleich lang sind.

Von der Bewegung eines Körpers auf der schiefen Ebene, wo die Directionslinie des Schwerpunktes nicht lothrecht auf die Grundfläche fällt, in der Folge.

§. 219. Aus der Anwendung der Theorie vom Schwerpunkte lassen sich verschiedene Phänomene und Versuche erklären. Dahin gehören;

- 1) die Erscheinungen des Chinesischen Purzelmannes.

Muschenbroek introd. ad philos. nat. §. 508.

- 2) Die Einrichtung und Wirkung eines Wegmessers, oder Odometers.

Sigaud de la Fond elements de Physique T. II. §. 277; dessen Anweisung zur Experimentalphys. §. 128. a.

- 3) Die Lampe des Cardanus.

Sigan. c. a. D. §. 76.

- 4) Die Stellung einiger Gebäude, die zu fallen scheinen, und doch sicher stehen, wie z. B. der Thurm zu Pisa und Bologna.

Cassius mechanica. L. B. 1684. 4. I. c. 9.

- 5) Der Mechanismus des Stehens, Gehens, Aufstehens und der verschiedenen Biegungen bey Menschen und Thieren.

Perri Borelli de motu animalium, Hagae 1743. 4. I. c. 18. 22. Desaguliers course of experimental philosophy. II. §. 44.

Beim Menschen geht die Directionslinie seines Schwerpunkts, wenn er auf zwei Füßen steht, durch das Perineum.

- 6) Das Hinaufsteigen eines Cylinders auf einer schiefen Ebene.

Desaguliers a. a. D. II. §. 38. N. G. Kästners Untersuchung des Cylinders, der sich eine schiefe Fläche hinauf zu bewegen sucht; in N. B. der deutschen Schriften der Königl. Soc. d. W. zu Göttingen S. 113.

- 7) Ein doppelter Regei, der über zwei schiefen Flächen hinaufwärts zu rollen scheint.

146 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

Geo. Wolff. *Kraft explicatio experimenti paradoxæ de adscensu coni duplicis in altum spontaneo; in den comment. Petrop. T. VI. S. 339.*

8) Die Künste der Balanciers und Equilibristen.

Gehlers physikal. Wörterbuch, Th. III. S. 933.

9) Das Aufhängen eines Eimers voll Wasser an der Klinge eines Messers, das frey auf einem Tische liegt.

Sigend, a. a. O. S. 281.; dessen Anweisung zur Experim. Phys. S. 124.

10) Allerley andere Spielwerke, wie der kleine Seiltänzer von Holz, die kleinen Männchen von Kork unten mit Blei, die von selbst aufstehen, u. d. gl.

Schwenker mathematische Erquickstunden, B. I. Th. 2. Aufg. 5. 6. 7.

Fall auf der schiefen Ebene.

§. 220. Auf einer festen wagerechten Ebene liegt ein schwerer Körper völlig ruhig, wenn diese Ebene den Schwerpanct des Körpers lothrecht unterstützt. Eine Ebene aber, welche mit einer Horizontalebene einen schiefen Winkel macht, und eine schiefe, geneigte oder inclinirte Ebene (*planum inclinatum*) genannt wird, hält nur einen Theil dieses Druckes auf, ein anderer Theil treibt den Körper längs der Ebene herab.

Eine Kugel rollt auf einem schiefen Brett herab; ein Würfel gleicht darauf herab. Nöthige Erinnerung, wegen der Friction.

Es sey CB (Fig. 29.) eine geneigte Ebene im Durchschnitt, die unter dem Winkel CBA gegen den Horizont AB geneigt ist. CA ist ihre Höhe, und CB ihre Länge.

• Länge. Auf dieser geneigten Ebene befinde sich eine schwere Kugel M , deren Schwerpunkt F ihr Mittelpunkt ist. Die Directionslinie des Schwerpunktes ist nun fc , und weil dieser nicht von der Ebene CB unterstügt wird, so muß die Kugel herabfallen; aber nicht mit der ganzen bewegenden Kraft, sondern nur mit einem Theil derselben, wie aus der Zerlegung der Kräfte (§. 98.) folgt. Die Kraft des Schwerpunktes, die in der Direction fc wirkt, läßt sich zerlegen in die Kraft fg und fb ; und fc ist die Diagonale des Parallelogramms, das auf die Seitenkräfte fb und fg aufgesetzt ist. fg steht senkrecht auf CB , und kann als fc , weil CB vollkommen widerstehend angenommen wird, keine Bewegung der Kugel M hervorbringen; es bleibt folglich nur der Theil fb übrig, der, weil er parallel mit der Ebene CB läuft, von der Ebene keinen Widerstand erleidet, und folglich die Kugel längs der Ebene herabzugehen nöthigt.

§. 221. Je größer die Neigung der schiefen Ebene gegen die Horizontalebene wird, um desto mehr wird der Körper von ihr unterstügt, mit desto geringerer Gewalt fällt folglich der Körper auf ihn herab. Je kleiner aber ihre Neigung gegen den Horizont wird, mit desto größerer Gewalt wird der Körper von ihr herabgetrieben.

Je kleiner der Neigungswinkel CBA (Fig. 29.) wird, um desto mehr nähert sich fc der senkrechten Richtung auf CB , oder um desto mehr kommt fg der Richtung fc näher, folglich desto kleiner wird fb , oder die Kraft, mit der der Körper auf der Ebene herabfällt.

Je größer CBA wird, desto kleiner wird fg , und desto größer fb .

§. 222. Die Kraft fb (Fig. 29.), welche den schweren Körper M längs der geneigten Ebene CB herabzugehen nöthigt, heißt das relative oder respective Gewicht des Körpers. Denn das absolute Gewicht (§. 192.) desselben wird nur durch den lothrechten Druck fc bestimmt.

§. 223. Die Kraft, welche erforderlich ist, um die Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Fläche

148 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

zu aufzuhalten, braucht natürlicherweise nicht so groß zu seyn, als sein absolutes Gewicht. Sie ist um desto kleiner, je mehr die Ebene geneigt ist; um desto größer, je weniger diese geneigt ist.

Die Kraft, welche nöthig ist, um das Herabrollen von M (Fig. 29.) auf der schiefen Ebene CB zu verhüten, braucht nur der Kraft cb, die kleiner ist als fc , Widerstand zu leisten, weil fg an der Ebene CB Widerstand findet.

§. 224. Ueberhaupt verhält sich das relative Gewicht eines Körpers (§. 222), das den Körper längs der schiefen Ebene herabtreibt, zu seinem absoluten Gewicht, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge.

Versuche mit dem plano inclinato.

Wenn wir das relative Gewicht eines Körpers p , das absolute P , die Länge der schiefen Ebene L und ihre Höhe A nennen, so ist $p : P = A : L$, folglich

$$p = P \times \frac{A}{L}, \text{ und überhaupt für verschiedene Ebenen } p : \pi = \frac{A}{L} : \frac{a}{l}.$$

Es ist nemlich das Dreieck feb dem Dreieck CBA ähnlich, weil der Winkel feb dem Winkel CBA , und der Winkel efb dem Winkel ACB gleich ist. Es verhält sich aber $fb : fe = CA : CB$, oder das relative Gewicht fb zum absoluten Gewicht fe , wie die Höhe der schiefen Ebenen CA zu ihrer Länge CB .

§. 225. Ein schwerer Körper fällt auf der schiefen Ebene nach denselbigen Gesetzen, wie beim freien Falle; seine Bewegung ist ebenfalls eine gleichförmig beschleunigte, und die längs der schiefen Ebene zurückgelegten Wege verhalten sich eben so, wie die Quadratzahlen der verfloffenen Zeiten. Die beschleunigende Kraft der Schwere ist aber da herab vermindert, und sie verhält sich zur unverminderten Kraft der Schwere, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge.

Wenn

Wenn wir die beschleunigende Kraft der relativen Schwere φ und die der absoluten f nennen, so ist $\varphi : f = A :$

L , und überhaupt $\varphi = \frac{f \cdot A}{L}$. Eben darin, daß die beschleunigende Kraft der Schwere auf der schiefen Ebene vermindert ist, ist der Grund zu suchen, daß das relative Gewicht kleiner ist, als das absolute. Denn, wenn gleich die Summe der von der Schwere afficirten Theile oder M dieselbige bleibt, so muß doch das Product aus dieser Theilheit durch die beschleunigende Kraft kleiner werden, wenn diese kleiner wird. Weil nemlich $\varphi < f$, so muß $\varphi \cdot M < f \cdot M$ oder $P < P$ seyn.

§. 226. Weil also die beschleunigende Kraft der Schwere beim Fall auf der schiefen Ebene vermindert wird, so wird auch der Raum, den ein Körper in der Zeiteinheit auf der schiefen Ebene zurücklegt, kleiner seyn, als die senkrechte Fallhöhe in dieser Zeiteinheit; und es wird sich der Raum, den ein Körper auf der schiefen Ebene in einer gewissen Zeit zurücklegt, zu dem Raum des freien Falles in eben dieser Zeit verhalten, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge.

Wegen der großen Zeit, die also ein Körper braucht, um gleichen Räume auf der schiefen Ebene, als beim freien Fall zurückzulegen, lassen sich auch die Zeiten des Falles auf der geneigten Ebene heuristisch bestimmen; und so bediente sich Galilei dieses Verfahrens, um die von ihm entdeckten Gesetze des Falles schwarzer Körper zu bestätigen (S. 196). S. Krüger *Dialogi de motu locali* III. S. 57.

Setzt, daß die Ebene CA eine Länge von 24 Fuß bei einer Höhe CA von 2½ Fuß hätte, so würde die von der relativen Schwere herrührende beschleunigende Kraft zum absoluten sich verhalten, wie $2\frac{1}{2} : 24 = 1 : 10$. Die beschleunigende Kraft der relativen Schwere würde diesemnach den Körper $\frac{15,625}{10}$ Fuß $= 1,5625$ in der Secunde herabtreiben; und es würden (nach §. 226.) $\sqrt{\frac{25}{1,5625}} = \sqrt{16}$ Secunden, oder 4 Secunden

250 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

eunden Zeit verfließen, ehe der Körper den ~~ganzen~~
Weg auf der schiefen Ebene zurückgelegt hätte.

§. 227. Da die Fallhöhe eines schweren Körpers in einer gegebenen Zeiteinheit bestimmt ist (§. 198.), so läßt sich auch der Raum bestimmen, den ein Körper in eben derselben Zeit, die er beim lothrechten Fall verwendet, auf einer gegebenen schiefen Fläche durchlaufen wird.

Es sey CB (Fig. 30.) eine schiefe Ebene, deren Höhe durch CA vorgestellt ist. Wenn man nun aus dem rechten Winkel A, der durch die Höhe CA, und die Horizontallinie AB gebildet wird, das Perpendikel AF

schneidet, so ist CA die Höhe, AF die senkrechte Fallhöhe, AB die horizontale Distanz, und CB die schiefe Ebene. Wenn man nun aus dem rechten Winkel A, der durch die Höhe CA, und die Horizontallinie AB gebildet wird, das Perpendikel AF

ergetzt, so ist CB und CO die schiefe Ebene, CA die Höhe, AF die senkrechte Fallhöhe, AB die horizontale Distanz, und CB die schiefe Ebene.

in eben der Zeit durchlaufen, da er den verticalen Durchmesser CA durchläuft. Es läßt sich dies von jeder andern Sehne dieses Kreises beweisen, und folglich der Satz annehmen, daß ein schwerer Körper, der sich nach irgend einer Sehne eines Halbkreises bewegt, die Sehnen im Halbkreise in eben der Zeit durchläuft, in der er den senkrechten Durchmesser des Kreises beim freien Fall durchlaufen würde.

Sigaud a. 4. D. I. §. 213.

§. 228. Ein Körper, der sich längs der schiefen Fläche CB (Fig. 30.) bewegt, hat am Ende seines Falles in dieser geneigten Richtung eben die Geschwindigkeit, die er erhalten würde, wenn er von der lothrechten Höhe CA dieser Fläche herabgefallen wäre.

Wenn z. B. CB 5 mal länger wäre, als CA, so würde die beschleunigende Kraft der relativen Schwere (nach §. 225.) $\frac{1}{5}$ der absoluten oder lothrechten seyn, und der

Körper würde in der ersten Secunde $\frac{15,625}{5} = 3,125$

Fuß darauf herabfallen, und in derselben eine Geschwindigkeit von $2 \cdot 3,125 = 6,250$ Fuß erlangen.

Wenn nun CB 28,125 Fuß lang wäre, so würde die

Zeit, um diese ganz zu durchlaufen, $\sqrt{\frac{28,125}{3,125}} = 3$

Secunden betragen (§. 206. 3.); und die zu dieser Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit würde (nach §. 202.) $3 \cdot 6,250 = 18,750$ Fuß seyn.

Da wir CA $\frac{1}{5}$ der Länge CB angenommen haben, so wird die Höhe CA 5,625 Fuß, und die Zeit, diese loth-

rechte Höhe zu durchfallen, wird $\sqrt{\frac{5,625}{15,625}} = 0,6$

Secunden seyn. Binnen 0,6 Secunden wächst aber die Geschwindigkeit beim lothrechten Fall auf $0,6 \cdot 31,250 = 18,750$ Fuß, also eben so viel, als vorhin, an.

Karstens Lehrbegr. der ges. Mathem. Th. I. B. II. §. 60. der Mechanik.

§. 229.

§. 229. Wenn ein schwerer Körper auf stehenden aneinanderhängenden schiefen Ebenen hinunter fällt, so daß er bey dem Uebergang von der einen zur andern nichts von seiner erlangten Geschwindigkeit durch eine andere Ursache verliert, so hat er am Ende seines Falles eben die Geschwindigkeit, als er erlangt haben würde, wenn er nach der lothrechten Richtung in der Höhe von dem Scheitel der ersten schiefen Ebene bis zur Grundlinie der letzten herabgefallen wäre; oder als ob er auf einer schiefen Ebene, die von dem Scheitel der ersten bis zum untersten Punkte der letzten gelegt ist, herabgefallen wäre.

E

schwerer Körper, der in eine krumme Linie hinabfällt, am Ende seines Falles eben die Geschwindigkeit erlangt, als wenn er von dem Punkte an, von dem er sich zu bewegen anfängt, lothrecht auf die Horizontallinie, die durch den untersten Punkt der krummen

Krümmen: Eine gezogen werden kann, herabsteigend, oder auch als wenn er durch die Chorda, des Bogens nicht hingefange.

§ 231.

, als ob
schließend
Durch
Ebenen
) darauf
er krümmt
ch in D
urch des
die Chorda
(S. 32.)

§. 231. Wenn ein schwerer Körper durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetzt worden ist, und eine schiefe Ebene hinaufwärts zu gehen genöthigt wird, so wird er mit einer gleichförmig verminderten Bewegung hinaufsteigen, und es wird nach dem bisher Vorgetragenen alles das, was oben von dem senkrechten Aufsteigen schwerer Körper (§§. 207 und 209) gesagt worden ist, sich in Beziehung auf die schiefe Ebene anwenden lassen.

Karstens Anfangsgr. d. N. B. I. 77. 78.

P e n d u l.

§. 232. Ein schwerer Körper, der an irgend einer Stelle, die nicht mit seinem Schwerpunkte übereinkommt, an einem festen Punkte so aufgehängt wird, daß er sich um diese Stelle frey drehen kann, heißt ein Pendul (pendulum).

Eine Kugel, die an einem leinen Faden hängt; eine Stange, die oben um ein Stift beweglich ist, oder an einem biegsamen Metallplättchen befestigt ist, können Beispiele abgeben.

§. 233. Wir können uns vorstellen, daß zwar der Punkt B (Fig. 33.) von der beschleunigenden Kraft der

der Schwere getrieben werde, daß oben die Linie C B durch die er an dem Punkte C aufgehängt ist, selbst nicht schwer und doch unbiegsam sey. Ein solches eingebildetes Pendul heißt dann ein einfaches oder

plex).

m com-

mehrere

übereins

ander aufgehängt angenommen werden, oder wo diese Linie selbst schwer ist.

§. 234. Wenn das durch die Schwere afficirte Pendul ruhen soll, so kann es nun in der Lage seyn, worin die Richtung des Fadens auf dem Horizont senkrecht ist (§. 216.); oder sich selbst überlassen kann es nur dann ruhen, wenn sich sein Schwerpunkt gerade unter dem Aufhängungspunkte in der lothrechten Linie durch diesen Punkt befindet.

§. 235. Wird das Pendul aus der lothrechten Lage gebracht, und sich selbst überlassen, so fällt es in einem Kreisbogen wieder hinab. Ist es nun wieder bey diesem Hingabfallen zur senkrechten Richtung gekommen, so hat es durch diesen Fall eine Geschwindigkeit erhalten, als ob es von dem Punkte an, von dem es zu fallen anfing, lothrecht auf die Horizontallinie, die durch den untersten Punkt der krummen Linie gezogen werden kann, herabgefallen wäre (§. 230.); es muß also mit der erlangten Geschwindigkeit auf der andern Seite wieder im Bogen eben so hoch steigen, wo es sich dann endlich wie vorher in eben denselben Umständen befindet, und daher wie das erstemal den Bogen in umgekehrter Richtung durchlaufen, und sich also beständig hin und her

wes

hoben muß. Diese abwechselnde Bewegung nennt man eine Schwingung oder Vibration des Penduls (oscillatio, vibratio penduli).

Es

mer in gleicher Entfernung von C erhält, so wird der bewegte Punct, von der Richtung der Tangente bf beständig abgelenkt, und genöthigt einen Kreisbogen zu beschreiben.

Setzt, der schwere Punct ist bey dieser Kreisbewegung bis m fortgerückt, so wird, weil die Gravitationalkraft gleich bleibt, und also $mg = bf$ angenommen werden muß, m kleiner werden, als bf war, und diese Seitenlinie ml wird immer um desto kleiner werden müssen, je näher der schwere Punct der niedrigsten Stelle B kömmt. Der Druck nach bf ist also eine veränderliche Größe, und verschwindet ganz, wenn der schwere Punct in B anlangt. Diesen wird also durch eine veränderliche Kraft beschleunigt, und weil sie in der Richtung der Tangente immer mehr und mehr abnimmt, so wird auch die in gleichen Zeittheilen hinzukommende Vermehrung der Geschwindigkeit immer geringer, bis sie endlich ganz wegfällt, wenn der schwere Punct in B angelangt ist. In diesem Augenblick aber hat er durch den Fall in der krummen Linie bR im Ganzen eine Geschwindigkeit erlangt, als er durch den Fall von A in senkrechter Richtung nach B erhalten haben würde, (S. 230.) und der schwere Punct strebt solchergestalt nach der Tangente von B weiter in der horizon-

rigons

Ähndend Kraft der Schwere, die nicht an allen Stellen der Erdoberfläch gleich groß ist.

§. 237. Bey zwey Pendeln, die gleichen anfänglichen Elongationswinkel (§. 236.) und gleiche Schwerkraft, aber ungleiche Länge haben, verhalten sich die Schwingungszeiten, wie die Quadratwurzeln der Längen, und folglich die Längen der Pendel wie die Quadratzahlen der Schwingungszeiten.

Wenn wir die Schwingungszeiten T, t , und die Längen der Pendel L, l , nennen, so ist

$$T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}, \text{ folglich}$$

$$T^2 : t^2 = L : l; \text{ also } L : l = T^2 : t^2.$$

Man setze nemlich zwey einfache Pendel (Fig. 34.), deren Längen BC und AC sind, und die bey gleichem anfänglichen Elongationswinkel $\angle CBA = \angle CA$ in Bewegung gesetzt werden. Die respectiven Bogen BB und AA , die sie bey ihrem Schwingen beschreiben, sind die Räume, die sie durchlaufen. Da dies nun eben, so eine beschleunigte Bewegung hervorbringt, als ob sie längs der Chorde des Bogens niederfielen (§. 230.), in diesem Falle aber sich die zurückgelegten Räume wie die Quadratzahlen der verfloffenen Zeiten verhalten (§. 225.), so werden sich auch die Räume BB und AA so verhalten müssen. Es ist aber nach geometrischen Sätzen $BB : AA = BC : AC$. Da sich nun BB zu AA wie die Quadrate der Zeiten verhält, so wird auch $BC : AC = T^2 : t^2$ seyn; BC und AC aber stellen die Längen der Pendel vor, also ist $L : l = T^2 : t^2$, und also $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l} = \sqrt{BC} : \sqrt{AC}$. In der doppelten Zeit wird also der vierfache, in der dreifachen Zeit der neunfache Raum durchlaufen werden. Nun ist der Raum BB neunmal so groß, als der Raum AA , denn der Radius BC viermal so groß, als der Radius AC , und der Raum wird also in drei Theilen vertheilt werden; - der Schwingung wird also dreimal so lange dauern, wenn die Länge des Pendels neunmal so lange, wenn die Länge dreimal so lange, wenn die Länge eines andern; also verhält sich die Dauer der Schwingung, oder die Schwingungszeit, wie die Quadratwurzel der Länge.

Ein Pendul also, das zu Paris, um einen Schwingungstempo 1 Sekunde zu vollenden, 9 Zoll 27 Lin. lang seyn muß, muß, um eine Sekunde zum Schwingen zu kommen, um eine Sekunde zum Schwingen zu kommen, um eine Sekunde zum Schwingen zu kommen.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.

§. 238. Die Zahl der Schwingungen eines Penduls sind in umgekehrtem Verhältniß der Schwingungszeit, oder der Dauer der Schwingungen, und also auch im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzeln der Länge des Penduls.

Es ist nemlich die Zahl der Schwingungen (N, n) desto größer, je kleiner die Dauer des Schwinges, oder die Schwingungszeit (T, t); folglich verhält sie sich versehrt wie diese, oder es ist

$$N : n = \frac{1}{T} : \frac{1}{t}.$$

Da sich nun die Schwingungszeiten verhalten, wie die Quadratwurzeln der Länge (§. 237.), so werden sich auch die Zahlen der Schwingungen umgekehrt verhalten müssen, wie die Quadratwurzeln der Längen; dies nemlich ist

$$N : n = \frac{1}{\sqrt{L}} : \frac{1}{\sqrt{l}}; \text{ und } N^2 : n^2 = \frac{1}{L} : \frac{1}{l}.$$

Da $N = \frac{1}{T}$, so wird auch $\frac{1}{\sqrt{L}} = \frac{1}{T}$, und daher $T = \sqrt{L}$ seyn, wie es §. 237. giebt.

§. 239. Da ein durch die Schwere getriebener Körper die Chorde eines Halbkreises in eben der Zeit durchläuft, in der er den senkrechten Durchmesser des Kreises beim freien Fall durchlaufen wäre (§. 227. b.); so würde der schwere Punkt, in der Zeit, da er durch die Chorde SB (Fig. 35.) geht, die doppelte Länge des Penduls $2BC = DB$ durchlaufen, und in der eben so großen Zeit, da er beim Hinaufsteigen durch Bb geht, abermals durch $2BC$ fallen, folglich in der Zeit eines ganzen Schwunges die 8fache Länge des in Chorden schwingenden Penduls durchlaufen. Wenn ferner ein Pendul sich nicht durch Kreishogen, sondern durch ihre Chorden bewogte, so

würden alle seine Schwingungen isochronisch seyn. (S. 227. b.)

§. 240. Wenn ein Pendul durch Kreisbogen unter verschiedenen Elongationswinkeln schwingt, so sind die Geschwindigkeiten, die es erlangt, wenn es beym niedrigsten Punkte angelangt ist, wie die Sehnen der durchlaufenen Bogen.

Ein Pendul CB (Fig. 36.) durchlaufe den Bogen AB, dessen Sehne die gerade Linie AB ist. Ziehe SE senkrecht auf CB, so ist die Geschwindigkeit des Falles aus E in B (S. 227. a.) gleich der aus A in B (S. 227. b.) Die Geschwindigkeit des Falles aus K nach B, ist wie die Quadratwurzel von EK zu der aus D in B, wie DB (S. 196. a.), das ist nach geometrischen Verhältnissen, wie BA zu DB. Ferner ziehe man AF senkrecht auf CB, so ist die Geschwindigkeit aus A in B so groß, als beym lothrechten Fall durch FB. Die Geschwindigkeit des Falles aus FB aber ist zu der aus DB wie die Quadratwurzel von FB zu der von DB, das ist wie AB zu DB. Folglich ist die Geschwindigkeit aus A in B zu der aus A in B, wie die Chorde AB zu der Chorde AB.

§. 241. Die Bestimmung der Zeiten und ihrer Verhältnisse zu den Räumen beym Fall auf vorgeschriebenen krummen Linien würde hier zu weitläufig werden und mehr voraussetzen, als es hier thunlich ist; daher genügt es, nur die Resultate der Untersuchungen der Mathematik über die Pendul anzuführen. Diese lehren nemlich, daß, wenn ein Körper (Fig. 36.) durch den Bogen AB eines Kreises fällt, welcher DB = S zum Durchmesser hat, und (nach S. 206. Anm.) die Zeit des Falles in der verti-

calen Richtung durch den Durchmesser durch $\sqrt{\frac{S}{g}}$ ausgedrückt wird, (wo g den in der Zeiteinheit zurückgelegten Raum bedeutet,) dazu eine Zeit erfordert werde, welche durch das Product der unendlichen

den

den Reihe $1 + \frac{1}{4} \frac{BE}{S} + \frac{9}{64} \frac{BE^2}{S^2} - \dots$ in

$\frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{S}{g}}$ angegeben wird, wo π die Ludolphische Zahlen 3,141592... für die Peripherie des Kreises vom Durchmesser 1 bedeutet. Durch den Quasibranten GB wird die Höhe BE zu $BC = \frac{1}{2} S$; folglich verwandelt sich die Zeit des Fallens durch diesen Quadranten in

$$(1 + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} + \frac{9}{64} \cdot \frac{1}{4} \dots) \frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{S}{g}}$$

Da $\frac{1}{4} \pi = 0,785398\dots$ mit jener Reihe multipliziert noch nicht völlig 1 giebt, so sieht man leicht, daß die Zeit des Fallens durch den Quadranten des Bogens kleiner ist als $\sqrt{\frac{S}{g}}$, oder als die Zeit durch den Durchmesser DB. Da ein schwerer Körper die Sehne eines Halbkreises in eben der Zeit durchläuft, als er durch den senkrechten Durchmesser des Kreises fällt (S. 227. b.), so ist auch die Zeit des Fallens durch den Quadranten GB kleiner, als durch die Sehne GB.

Wird nun der Bogen unendlich klein, und yB dafür angenommen, so verwandelt sich jene Reihe in 1, und die Zeit des Fallens durch denselben in $\frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{S}{g}}$, und daraus folgt denn der Satz: die Zeit des Fallens in unendlich kleinen Bogen des Halbkreises verhält sich zur Zeit des senkrechten Fallens durch den Durchmesser des Kreises, wie der vierte Theil des Umkreises zu demselben Durchmesser.

Können wir also die Zeit des Fallens durch eines Halbkreises unendlich kleinen Bogen, γ , und die durch denselben lothrechteten Durchmesser, T , so ist $\gamma : T = \frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{g}{R}}$
 $: 1. \sqrt{\frac{S}{R}}, = \frac{1}{4} \pi : 1$, oder nahe wie $\frac{1}{4} \pi : 113$, oder
 wie 0,785 : 1,000.

§. 242. Da alle Sehnen eines Halbkreises in eben der Zeit von einem schweren Körper durchlaufen werden, so wird auch die Bewegung durch die unendlich kleine Sehne γB so lange dauern, als der lothrechte Fall durch DB ; folglich fällt der Körper (§. 241.) durch den unendlich kleinen Bogen $\gamma \beta$ in kürzerer Zeit, als durch die verschwindende Sehne desselben; und es verhält sich die Zeit des Fallens durch den verschwindenden Bogen zur Zeit des Fallens durch die verschwindende Sehne, ebenfalls wie der vierte Theil des Umkreises zum Durchmesser. Die Schwingungen durch Kreisbögen sind also schneller, als durch Sehnen.

§. 243. Wenn wir nun den Satz des §. 241. von der Zeit des Fallens in einem unendlich kleinen Bogen eines Halbkreises auf den ganzen Schwung eines Penduls anwenden, so wird die doppelte Länge des Penduls CB zu dem Durchmesser des Kreises genommen werden müssen, — indem der unendlich kleine Bogen γB einem Kreise vom Halbmesser CB angehört. Da nun ein ganzer Schwung aus dem Fall in den Bogen $\gamma \beta$, dem Hinaufsteigen in einen eben so großen Bogen auf der andern Seite, und dem Rückgange von da bis γ besteht, also aus vier solchen Gängen, als der Bogen $\gamma \beta$ beträgt; so wird sich diesernach die Zeit eines unendlich kleinen ganzen Schwunges zur Zeit des freien Falles
 durch

durch die doppelte Länge des Penduls, wie der
Umkreis zum Durchmesser verhalten.

$$\text{Es ist also } t : T = \pi \sqrt{\frac{S}{g}} : 1 \sqrt{\frac{S}{g}} = \pi : 1 =$$

$$3,141592 \dots : 1,000000.$$

§. 244. Wenn die Schwingungsbogen von ei-
ner merklichen Größe werden, so wird auch die Zeit
des Schwunges größer werden, und also nicht mehr
in demselbigen Verhältnisse bleiben. Wenn indessen
die Bogen sehr klein sind, so bleiben die Unterschie-
de sehr klein, und die Schwingungen des Penduls
sind merklich isochronisch.

Folgende Tabelle zeigt die Zögerung, die aus der Zunah-
me der Schwingungsbogen bey einem und demselben
Secunden-Pendul an einerley Ort für einen Tag,
in Vergleichung mit dem wahren Secundenpendul,
das mathematisch genommen unendlich kleine Bogen
beschreibt, entsteht. Die Zunahme der Bogen ist nach
der Breite eines einfachen Schwunges bestimmt, und
die Länge des Penduls zu 3 Fuß 8 Lin. (paris.)

| Einfacher Schwung. | | Tägliche Verzögerung. |
|--------------------|---------|-----------------------|
| Zoll. | Linien. | Secunden. |
| 0. | 4. | 0,1. |
| 0. | 3. | 0,5. |
| 1. | 0. | 1,0. |
| 1. | 4. | 1,8. |
| 1. | 3. | 2,8. |
| 2. | 0. | 4,0. |
| 2. | 4. | 5,5. |
| 2. | 3. | 7,1. |
| 3. | 0. | 9,0. u. f. w. |

wie man leicht weiter finden kann, wenn man die Zahl
der Zolle mit sich selbst multiplicirt, da denn das Pro-
duct die Secundenzahl anzeigt, welche die tägliche
Verzögerung ausdrückt. Wenn also ein Pendul nur
in der Breite von 3 Linien, oder auf jeder Seite 4 Li-
nien schwingt, so ist es kein wahres Secundenpendul,
da es täglich $\frac{1}{2}$ Secunde zurückbleibt. Wenn aber die
Bogen nur 2'' oder $\frac{1}{75}$ Linie beschrieben, so wäre
die tägliche Verzögerung nur ein Millionentheilchen
einer Secunde, oder in 21500 Jahren eine Secunde
beträgen.

De la Loude Calcul astronomique. à Paris 1762.
 §. 253.

§. 245. Wenn die Schwünge des Penduls, auch bey verschiedenem Elongationswinkel, von völlig gleicher Dauer, oder isochronisch seyn sollen, so muß es nicht in Kreisbogen, sondern in der Cycloide schwingen. Es läßt sich nemlich aus der Anwendung der angeführten Sätze vom Fall in krummen Linien auf die Cycloide erweisen, daß der Fall durch den endlichen Bogen derselben eben so lange daure, als durch den unendlich kleinen, weswegen sie eben die tautochronische Linie heißt. Daraus folgt denn der Satz: die Zeit des ganzen Schwunges in der Cycloide, auch bey ungleichen Bogen, verhält sich zur Zeit des freyen Fallens durch die doppelte Länge des Penduls, wie der Umkreis zum Durchmesser.

Hugenii horologium oscillatorium. P. II. pr. 25. Fris cosmographia. Mediol. 1774. Vol. I. introd. §. 23.

§. 246. Die bisher vorgetragenen Bestimmungen der Geschwindigkeit und Dauer der Pendulschwingungen gelten nur vom einfachen Pendul (§. 233.) im leeren Mittel. Ein zusammengesetztes Pendul ist jedes physische Pendul, das daher erst auf ein einfaches reducirt werden muß. Wird nemlich ein schwerer Körper an einem ebenfalls schweren Faden oder einer metallenen Stange so aufgehängt, daß das Ganze Schwingungen machen kann, so kann man die Länge desselben nicht für die Länge eines einfachen Penduls halten. Ein solches Pendul ist vielmehr aus vielen materiellen Puncten zusammengesetzt, die insgesamt schwer sind, und eine verschiedene Entfernung vom Aufhängungspunkte haben.

Und eben deswegen nennt man es ein **zusammengesetztes Pendul**. Selbst eine kleine metallene Kugel, die an einem zarten Faden aufgehängt ist, ist als ein zusammengesetztes Pendul anzusehen, weil, wenn auch das Gewicht des Fadens nicht in Anschlag käme, doch die Kugel nicht als ein Punct ohne Ausdehnung angenommen werden kann. Wenn daher die Gesetze des einfachen Penduls auf wirkliche Pendul angewendet werden sollen, so muß erst bestimmt werden, wie die Länge eines einfachen Penduls sey, dessen Schwingungszeit eben so groß seyn würde, als die Schwingungszeit eines zusammengesetzten Penduls von gegebener Gestalt und Länge.

§. 247. Es sey CBDE (Fig. 37.) ein zusammengesetztes Pendul; C sey der Aufhängungspunct, um welchen sich das Pendul bey seiner Schwingungsbewegung drehet, und A sey der Schwerpunct des Penduls. Man nehme die gerade Linie CO so lang an, als ein einfaches Pendul seyn müßte, wenn dessen Schwingungen mit jenem isochronisch seyn sollten. In diesem Falle müßte der Punct O allein schwer seyn, wenn das zusammengesetzte Pendul in ein einfaches isochronisches verwandelt werden sollte; oder die Entfernung zwischen diesem Puncte O und dem Aufhängungspuncte C ist die Länge des einfachen Penduls, das mit dem zusammengesetzten isochronisch oder gleichzeitig schwingt. Diesen Punct O nennt man den **Mittelpunct der Schwingung** oder den **Schwingungspunct** (*centrum oscillationis*); und die Länge jedes zusammengesetzten Penduls ist aus der Entfernung CO des Schwingungspunctes O vom Aufhängungspuncte C zu schätzen.

§. 242. Um also die vorgetragenen Sätze des einfachen Penduls auf ein zusammengesetztes anzuwenden, ist es nöthig, bey diesem den Schwingungspunct zu bestimmen (§. 247.). Diese Bestimmung würde uns hier zu weit führen; wir entlehen also nur einige Resultate der Untersuchungen, welche die Mechanik darüber angestellt hat:

1) In einer schweren, gleichartigen, und geraden Linie, z. B. in einer cylindrischen oder parallelepipedalischen Stange von Metall, einem Metallsdrahte, einem Blechstreifen, u. d. gl. ist der Schwingungspunct vom Aufhängungspuncte um $\frac{1}{2}$ der Länge der Linie entfernt.

2) In einer soliden Kugel, die an einem nicht bemerkbar schweren Faden an ihrem Scheitel aufgehängt ist, liegt der Schwingungspunct unter dem Schwerpuncte der Kugel um $\frac{1}{2}$ des Quotienten, den man findet, wenn man das Quadrat des Radius der Kugel mit der Entfernung ihres Schwerpuncts vom Aufhängungspuncte dividirt. So ist z. B. bey einer Kugel von 1 Fuß (paris.) Durchmesser, deren Schwerpunct 440 Linien vom Aufhängungspuncte entfernt ist, der Schwingungspunct 4,712 Linien unter dem Schwerpuncte derselben; bey einer Kugel von 2 Zoll Durchmesser ist er 0,13 Linien, und bey einer Kugel von einem Zoll 0,033 Lin. darunter.

3) Wenn der Faden, an welchem die solide Kugel hängt, ein merkliches Gewicht hat, so findet man den Schwingungspunct durch folgende Formel: Es sey u das Gewicht des Fadens oder des Drahtes, P das Gewicht der Kugel, b der Durchmesser der Kugel, a die Entfernung des Mittelpuncts der Kugel,

Kug

Kugel vom Aufhängungspuncte, so liegt der Schwingungspunct unter dem Mittelpuncte der Kugel um

$$\left(\frac{1}{2} u + \frac{1}{2} P\right) b^2 - \frac{1}{2} u (ab + u^2)$$

$$\left(\frac{1}{2} u + \frac{1}{2} P\right) a - \frac{1}{2} bu$$

Eine kleine metallene Kugel von etwa zwey Linien im Durchmesser, die an einem sehr zarten ungesponnenen Hanffaden aufgehängt ist, ist zwar immer noch ein zusammengesetztes Pendul; indessen fällt doch der Mittelpunkt der Kugel mit dem Schwingungspuncte sehr nahe zusammen.

Hugenii horologium oscillatorium. Paris. 1673. Fol. P. IV. prop. 7. — 23. *Jacob Bernoulli*; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1703. S. 78. ff. und S. 281. ff. *lob. Bernoulli*; ebendaf. 1714. S. 208. *Mairan* ebendaf. 1735; S. 183. *Muschkenbrock* *introduction in philosoph. naturalem.* I. §. 670. 671. *De la Lande* *exposition du calcul astronomique.* S. 199. *Le Pont* *traité d'horlogerie.* à Paris 1755. 4. S. 291. *Rästner* *Anfangsgr. der höhern Mechanik*, Göttingen 1766. 8. S. 194. u. f. S. 243. *Barstens* *Lehrbeiff der Mathematik.* Th. I. B. 2. Abschn. VI. der Mechanik; imgl. Th. IV. Abschn. VIII. und XI. der Mechanik.

§. 249. Wenn ein zusammengesetztes Pendul Schwünge von bestimmter Zeitdauer verrichten soll, so muß die Länge des gleichgeltenden einfachen Penduls eine bestimmte Größe haben. Wenn die Zeit eines einfachen oder halben Schwungs gerade eine Secunde dauert, so heißt die dazu gehörige Länge das Secundenpendul, oder auch die Länge des einfachen Pendula.

§. 250. Man kann die Länge des Secundenpenduls (§. 249.) durch Beobachtung bestimmen. Man hänge zu dem Ende eine solche Kugel an einem dünnen ungezwirnten Faden auf, und bestimme die Entfernung des Schwingungspunctes vom Aufhängungspuncte aufs genaueste (§. 248.). Man wähle

einen Ort zur Beobachtung, der eine gleichförmige Temperatur von etwa 10° Reaum. hat, und keinem Luftzuge unterworfen ist. Man lasse hierauf das Pendul frey schwingen, zähle die einfachen Schwingungen desselben eine Zeitlang fort, und beobachte nach einer richtig gehenden und gut geordneten Secundenuhr die während der Schwingungen verfloßene Zeit. Man drücke die so beobachtete Zeit in Secunden aus, und dividire sie mit der beobachteten Anzahl der Schwingungen, so hat man die Schwingungszeit für ein einfaches Pendul von bekannter Länge, nemlich von einer Länge, die der Entfernung des Aufhängungspuncts vom Schwingungspuncte gleich ist. Aus der Länge dieses Probependuls und der Dauer seiner einfachen Schwingungen läßt sich nun nach einer leichten Rechnung (§. 237.) die Länge eines einfachen Penduls bestimmen, das in 1 Secunde einen einfachen Schwung macht. Man wiederhole diesen Versuch oft mit Probependula von verschiedener Länge, und nehme das Mittel von allen Versuchen, um desto sicherer die Länge des einfachen Secundenpenduls zu erhalten.

Mairan a. a. O. S. 153 — 200. Van Swinden positiones physicae. I. S. 98.

§. 251. Um indeffen die wahre Länge des einfachen Secundenpenduls, das in einem freyen Mittel schlägt, und woben die Erde als ruhend angenommen wird, zu finden, sind noch einige Berichtigungen zu den vorhergehenden Versuchen nöthig, und zwar

1) wegen des Widerstandes der Luft. Die Pendul erleiden nemlich von der Luft, die sie beim Schwin-

Schwingen aus der Stelle drängen müssen, einem Widerstand, der um desto größer ist, je dichter die Luft, und je größer das Volum des Penduls ist. Pendul von größerm Gewicht schwingen daher bey gleicher Länge und gleichem Volum allerdings schneller, als die von leichterm Gewicht, obgleich die Größe des Gewichts auf die Schwingungsbewegung an sich so wenig Einfluß hat, als auf den Fall der Körper (§. 199.). Durch diesen Widerstand der Luft kommt es hauptsächlich, daß die Schwingungsbogen immer kleiner werden, und das Pendul endlich zur Ruhe kommt, da sonst die Schwingungsbewegung an sich ohne Ende fort dauern müßte. Obgleich aber nun durch diesen Widerstand der Luft die Dauer des Niedergangs etwas länger wird, so wird doch die des Aufsteigens dadurch wieder etwas kürzer, und durch diese Compensation kommt es, daß die Schwingungen ziemlich isochronisch bleiben, und daher keine merkliche Veränderung stattfindet, die einer Correction bedürfte. Eine ganz andere Bewandniß aber hat es mit der hydrostatischen Wirkung der Luft, wodurch, wie die Folge beym Wasserwägen lehren wird, ein Theil der Gravitation des Penduls aufgehoben wird; hierauf muß sich die Berichtigung wegen des Widerstandes der Luft beziehen. Dadurch, daß das Pendul Luft aus der Stelle drängt, verliert es einen Theil seines Gewichts, und bewegt sich mit einem Verluste seiner Gravitation. Daher ist zur beobachteten Länge des einfachen Secundenpenduls noch etwas hinzuzusetzen, um die Länge dessen zu finden, das im leeren Raume Secunden schwingt. Dieser hinzuzusetzende Theil verhält sich zur Länge des einfachen Penduls in der Luft, wie das spezifische Gewicht

der

der Last zum specifischen Gewicht der Materie, wovon das Pendul besteht.

Bouguer traité de la figure de la terre. à Paris 1749. 4. S. 399. ff. Van Swinden pol. phys. I. S. 93. f. 236.

2) Wegen der Wirkung der Centrifugalkraft auf der Erde, die von der Umdrehung der Erde um ihre Achse herrührt, wodurch die Schwere des Penduls, und also die Länge des einfachen Secundenpenduls vermindert wird. Diese Verminderung ist desto größer, je näher der Ort der Beobachtung dem Aequator liegt, oder je größer die Kreise sind, die er bey der täglichen Bewegung der Erde durchläuft. Ein und dasselbige Pendul wird also unter dem Aequator langsamer schwingen, als gegen die Pole zu, und es wird dort verkürzt werden müssen, wenn es isochronisch schwingen soll. Richer beobachtete dies bey seiner Reise nach Cayenne im Jahr 1672, 1 Grad 56 Min. vom Aequator; sein Pendul, das zu Paris Secunden schlug, mußte hier um $1\frac{1}{4}$ Linie verkürzt werden, um die nämliche Geschwindigkeit zu behalten. Um also die wahre Länge des einfachen Secundenpenduls zu bestimmen, welche stattfinden müßte, wenn die Erde ruhete, ist zu der beobachteten Länge noch etwas hinzuzusetzen. Um dies zu finden, darf man nur den Bruch $\frac{3}{32}$ (als das Verhältniß der Schwerkraft zur Schwere unter dem Aequator (S. 260. 12) mit dem Quadrate des Cosinus der geographischen Breite des Orts multipliciren, und die gefundene Quantität zu der beobachteten Länge des Penduls zusetzen. Gesezt also, daß der Ort der Beobachtung unter einer Breite von 60 Graden läge, so ist der Cosinus $= \frac{1}{2}$, und die Rechnung giebt

2. $\frac{1}{1156}$, oder $\frac{1}{1156}$. Wenn nun die beobachtete Länge des einfachen Penduls daselbst 439,28 Linien wäre, so müßten noch $\frac{439,28}{1156} = 0,38$ Linien zu dieser beobachteten Länge zugesetzt werden, um die wahre Länge des Secundenpenduls zu finden, das durch die Schwerkraft keine Verminderung erleidet.

Hr. de la Lande giebt hiernach folgende Tafel an:

| | | | | |
|----------------------------|---|--------------|---|-----------|
| unter dem Aequator | : | 0 Gr. 0 Min. | : | 1,53 Lin. |
| zu Portobelo | : | 9 : 34 | : | 1,48 |
| zu Klein-Goave | : | 18 : 27 | : | 1,38 |
| am Vorgeb. d. g..H. | : | 33 : 55 | : | 1,04 |
| zu Paris | : | 48 : 50 | : | 0,67 |
| zu London | : | 51 : 31 | : | 0,49 |
| in Schweden bey | : | 60 : 0 | : | 0,38 |
| zu Helsingfors in Lappland | : | 66 : 48 | : | 0,24 |

Phoronomia, sive de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum libr. II. ant. lat. Hermannus, Amstelæd. 1716. 4. S. 368. ff. De la Lande calcul. astronom. S. 203.

3) Wegen der Größe der Schwingungsbogen. Hierher gehört das, was S. 244. angeführt worden ist.

4) Wegen der Wärme. Die Temperatur kann nemlich die Länge des Maßstabes ändern, und daher ist es nöthig bey der Messung des Probependuls sich entweder stets einer gleichförmigen Temperatur zu bedienen, oder den Unterschied der Länge bey andern Temperaturen an dem Maßstabe erforscht zu haben. — Wenn die Pendul selbst von der Wärme und Kälte in ihrer Länge verändert werden, so wären sie natürliches Weise ihren Isochronismus nicht behalten. An genauen Uhren hat man deswegen Pendul aus verschiedenen Materien anzubringen gesucht, die sich wechselseitig durch Verführung und

Verlängerung bey verschiedenen Temperaturen compensiren; dahin gehört *Grahams* und *Romains* stoffförmiges Pendul aus eisernen und kupfernen Stäben. Noch vollkommener hat man die Verbindung von Stäben aus Eisen und Zinn gefunden.

Muschenbroek introd. ad philos. natural. I. §. 675. 676.

Berthoud essai d'horlogerie. à Paris. T. II. 1763. 4.
T. 2. S. 118 — 143. 181 — 188. 299 — 306.

§. 252. Ohnachtsat aller dieser Berücksichtigungen lehrt die Erfahrung, daß an den verschiedenen Orten auf der Erde unter verschiedenen Breiten die Länge des einfachen Secundenpenduls nicht gleich sey; woraus denn folgt, daß die Beschleunigung der Schwere in den verschiedenen Breiten nicht gleich seyn könne. Man hat diese Länge gefunden:

- 1) unter dem Äquator, an der Meeresfläche, zu 439,21 Lin. parisi. = 454,48 rheinl.
- 2) zu Paris, unter der Breite von $48^{\circ}50'$ — 440,57 Lin. parisi. = 455,89 rheinl.
- 3) zu Leiden, unter der Breite von $52^{\circ}9'$ — 440,71 Lin. parisi. = 456,04 rheinl.
- 4) zu Helsingfors in Lappland, unter der Breite von $66^{\circ}48'$ — 441,27 Lin. parisi. = 456,61 rheinl.

Die Bestimmung der Pendullängen von andern Orten sieht man bey *Muschenbroek* introd. in philos. nat. T. I. S. 99. auch in *Bodens* Kenntniß der Erdfugel, S. 85.

§. 253. Die Lehren vom einfachen Pendul hatte er schon *Galilei* mit den Gesetzen der Schwere erfunden; *Huygens* aber erweiterte diese Erfindung, machte vom Jahr 1656 an davon überaus wichtige Anwendungen zur Verbesserung der Uhren; und wurde der Erfinder der Penduluhr. Er schlug auch die Länge des einfachen Secundenpenduls zu einem Maß

gemeinen Fußmaaß vor, und nach seinem Vorschlage sollte der dritte Theil dieser Länge der allgemeine Fuß seyn. Er wußte aber damals noch nicht, daß die Länge des Secundenpenduls unter verschiedenen Breiten verschieden wäre, und daß sie zwar ein natürliches, aber kein allgemeines Längenmaaß gewährete. Für einenley Ort bleibt indessen diese scharfsinnige Bestimmung immer anwendbar.

Christ. Huygenii horologium oscillatorium. Paris. 1673. Fol.

Versuch durch Zeitmessungen unveränderliche Längen Körper, und Gewichtmaasse zu erhalten, — von Joh. Whitehurst. a. d. Engl. überf. mit Anm. von J. G. Wiedemann. Nürnberg. 1790. 4.

§. 254. Eine andere sehr wichtige Anwendung der Gesetze vom Pendul machte Huggens dadurch, daß er vermittelst derselben die Beschleunigung der Schwere bestimmte. Weiß man nemlich die Länge des einfachen Penduls, so läßt sich nach §. 243. leicht bestimmen, wie viel Fuß der Körper in der ersten Secunde seines Fallens durchlaufe. Weil nemlich die Quadratzahl der Schwingungszeit des Penduls sich zur Quadratzahl von $\frac{4}{3}$ oder von 3,1415926 . . . (als dem Verhältniß der Peripherie des Kreises zum Durchmesser) verhält, wie die halbe Länge des Penduls zur Beschleunigung der Schwere, so darf man nur die halbe Länge des einfachen Secundenpenduls für einen gewissen Ort mit der Quadratzahl von 3,1415926 . . . multipliciren, um den Fallraum, den der Körper in der ersten Zeitsecunde, oder die Beschleunigung der Schwere, für den Ort der Beobachtung zu finden. Die Länge des einfachen Secundenpenduls ist nach Mairan zu Paris 440,57 Linien (§. 252.), folglich die halbe Länge 220,285

Linien (paris.), und diese mit der Quadratzahl von $3,1415926 = 9,869604$ multiplicirt, giebt 2174,175 Linien oder 15,098 paris. Fuß, welche mit 15,625 rheinl. Fuß übereinkommen, so wie auch oben (§. 189.) die Höhe des freien Falles schwerer Körper in der ersten Secunde angegeben worden ist.

Karstens Anfangsgr. d. Naturl. §. 94.

§. 255. Da die Beobachtungen lehren, daß die Länge des einfachen Penduls, wenn es isochronisch bleiben soll, unter dem Aequator kürzer seyn müsse, als gegen die Polarländer zu (§. 152.), so folgt, daß die Schwere unter dem Aequator geringer seyn müsse, als gegen die Pole zu. Zufolge dieser Beobachtungen wächst die Länge des einfachen Secundenpenduls, je mehr man sich vom Aequator gegen die Pole zu entfernt. Es ist zwar nicht das Ganze der Verminderung dieser Länge gegen den Aequator zu auf Rechnung der Verminderung der Gravitation zu schreiben, sondern ein Theil kommt auf Rechnung der größern Centrifugalkraft unter dem Aequator; da aber dieser Theil bestimmt werden kann (§. 251. 2.), so läßt sich auch nach angestellter gehörigen Berichtigung die Verminderung der Schwere gegen den Aequator zu angeben. Die Schweren an den verschiedenen Orten verschiedener Breiten verhalten sich wie die Längen des einfachen Secundenpenduls, die man nach den gehörigen Berichtigungen gefunden hat.

Newtoni princip. philos. natur. III. pr. 20.

§. 256. Eben-so lehrt auch die Erfahrung, daß Pendul, die isochronisch schwingen, auf hohen Gegenden kürzer, als in niedrigeren seyn müssen; wovon

auf

aus denn folgt, daß die Schwere vom Mittelpunct der Erde weiter abwärts geringer ist, als bey mehrerer Nähe; und daß diese mehrere Erhöhung wahrscheinlich der Grund ist, warum gegen den Aequator zu isochronische Pendul kürzer seyn müssen, als gegen die Pole hin.

Bouguer traité de la figure de terre. à Paris 1749. 4. S. 335. 337.

Nach ihm war die Länge des einfachen Secundenpenduls unter dem Aequator

in der Höhe von 2434 Toisen 36 Z. 6,70 L.

1466 36 6,83

an der Meeresfläche 36 7,07

Nach der gehörigen Berichtigung sind diese Längen 36 Z. 6,69 L.; 36 Z. 6,88 L.; 36 Z. 7,21 Lin.

Von den erdichteten Versuchen einiger Franzosen, die das Gegentheil darthun sollten, sehe man: *La Sage im Journal de Physique, T. I. S. 249.; De Lac lettres physiques et morales, L. 45. T. II. S. 358., und Acharde physische Schriften S. 197.*

Wurf bewegung.

§. 257. Wenn ein schwerer Körper in einer Horizontallinie, oder in einer andern, die nicht auf dem Horizonte senkrecht ist, in einem freyen Mittel durch irgend eine Kraft fortgeworfen wird, so würde er, wenn die Schwere nicht auf ihn wirkte, in gleichen Theilen der Zeit gleiche Räume nach der Richtung des Wurfs durchlaufen; die Schwere treibt ihn aber senkrecht, nach der Fläche der Erde herab, und der Körper wird also von zwey Kräften zugleich getrieben, deren Richtungen einen Winkel einschließen. Folglich ist die Bewegung des Körpers zusammenge setzt, und seine Bahn würde sich nach dem, was hiervon (§. 92.) gesagt worden ist, leicht finden lassen. Die Kraft der Schwere aber wirkt nicht bloß im Anfange, sondern als eine immerwährende

unterbrochen, und beschleunigt folglich den Fall des Körpers gleichförmig. Wenn dieser also bey der durch den Wurf erhaltenen Geschwindigkeit vermöge seiner Trägheit im ersten Augenblicke ein Raumtheilchen der geradlinigten, z. B. horizontalen Bahn fortgeht, so wird er auch während dieser Zeit durch die Schwere herabgetrieben, folglich nach Endigung desselben so tief seyn, als er bey'm lothrechten Falle seyn würde; nach dem zweyten Augenblicke wird er aber viermal tiefer gesunken seyn (§. 196.), wenn er vermöge seiner Trägheit in der Bewegung nach der Kraft des Wurfs, oder nach der Projectionslinie nur zwey solche Raumtheilchen, als im ersten Augenblick, fortgerückt ist; nach dem dritten Augenblicke ist er neunmal tiefer gefallen, da er vermöge seiner Geschwindigkeit durch die erstere Kraft wieder nur einen dreyfach so großen Raum, als im ersten Augenblicke, vorgerückt ist; u. s. w. Kurz, der geworfene Körper wird eine krumme Linie beschreiben, worin sich die Abscissen verhalten wie die Quadrate der Ordinaten, und folglich eine Parabel. Auch dies Gesetz hat Galilei zuerst entdeckt.

Es werde ein schwerer Punct A in der horizontalen Richtung AH geworfen. Man theile AH in drey gleiche Theile AB, BG, GH, die von dem bloß trägen Körper in gleichen Zeiten zurückgelegt werden würden.

schweren
hinab.
, da es
ese AK
hlaufen
n Beits
er nach
r wäre,
würde
nal ties
F=KP
Paralles
log

Diagramm RMSF, und befindet sich nach Endigung des zweiten Zeittheils in F, also nach der senkrechten Höhe $AP = 4AK$ hinabgetrieben. Im dritten Zeittheile würde ihn die Kraft des Wurfs um $FO = GH$ vorwärts lassen; er durchfällt aber vermöge der Schwere in diesem Zeittheile den fünffachen Raum $FA = 5AK$, und durchläuft also die Diagonale FL, so daß er nach Endigung der drei Zeittheile $9AK$ in der senkrechten Höhe $AN = HL$ hinabgesunken ist.

Da die Schwere auf den bewegten Punkt nicht bloß in A, E und F, sondern in jedem Punkte seiner Bahn stetig wirkt, so machen auch die Diagonalen AE, EF und FG keine geraden, sondern krumme Linien aus, und die ganze Bahn ist eine krumme Linie, die die Eigenschaften einer Parabel hat: denn wenn man AN für die Achse dieser krummen Linie nimmt, so sind AK, AP und AN die Abscissen, und KE, PF und NL die Ordinaten. Nun ist vermöge der Construction $AK^2 : AP = KE^2 : PF^2 = AB^2 : AG^2$; und $AK : AN = KE^2 : NL^2 = AB^2 : AH^2$.

Galilei dialog. de motu locali. L. B. 1679. 4. IV. th. I.

§. 258. Nicht nur in der horizontalen Richtung, sondern auch in jeder andern, wofern sie nur nicht auf den Horizont senkrecht ist, müssen nach dieser Theorie die geworfenen schweren Körper eine parabolische Bahn haben, und zwar nicht nur beim Hinabsinken, sondern auch beim Hinaufsteigen, und es läßt sich solchergestalt der Weg, den sie nehmen, und der Ort, wo sie sich in einer gewissen Zeit befinden, bestimmen, wenn man die anfängliche Geschwindigkeit, mit der sie geworfen wurden, oder die Gewalt des Wurfs (impetus iactus), so wie den Winkel kennt, den die Richtungslinie mit dem Horizonte macht. In der Luft macht freilich der Widerstand derselben bey großen Wurfweiten, daß die Bahn des geworfenen Körpers nicht genau parabolisch seyn kann. Auch sind zwar die Richtungslinien der Schwerkraft im eigentlichen Sinn nicht parabolisch.

parallel; indessen ist bey kleinen Weiten der Unterschied so gering, daß er nicht in Anschlag kommen kann.

Beispiele geben: geworfene Steine, Geschützsgeln, und besonders ein springender Wasserstrahl, wenn die Springröhre nicht lothrecht, sondern schief oder horizontal steht.

Eigene Maschinen, um durch Versuche diese Theorie zu bestätigen, beschreiben: S. *Gravesande elem. physie.* §. 543 — 546. §. 1624 — 29. S. *Muschenbroek introd. ad philos. nat.* §. 704.; *Nollet leçons de physique VI.* S. 212. ff., Exp. 5.; *Bernoulli in den nouv. mém. de l'acad. de Berlin* 1780.

Die Theorie geworfener Körper sehe man bey: *Torricelli de motu projectorum*, in seinen *operibus*, Florent. 1664. 4. *Blondel art de jeter les Bombes*, à Paris 1683. 4. *Maupeirtuis*, in den *Mémoires de l'acad. roy. des sc.* 1731. S. 297. *Tempelhoff* le bombardier prussien, ou du mouvement des projectiles, à Berlin 1781. 8. *Kästners Anfangsgründe der höhern Mechanik* §. 173. u. ff. *Karstens Lehrbegriff der gesamten Mathemat. Th. IV. Mechanik*, Abschn. XX.; und *Anfangsgr. der mathem. Wissenschaften*, Th. II. §. 33. ff.

§. 259. Ein schwerer Körper, welcher solchen Gestalt in einer krummen Linie niederwärts geht, hat am Ende seines Niederfallens eben die Geschwindigkeit, als wenn er von der Höhe seiner Wurfbewegung an senkrecht auf die Ebene herabfällt, die er am Ende seines krummlinigten Weges erreicht.

§. 260. Wenn aber die Richtungslinien der Schwere nicht unter einander parallel, sondern nach einem Mittelpunkt zugerichtet sind, so wird die Schwere als Centripetalkraft, und die Kraft des Wurfs, die den schweren Körper von der Richtung der Centripetalkraft abzulenken strebt, zur Tangentialkraft, folglich die Wurfbewegung zu einer wahren Centralbewegung werden (§. 103.). Bey den kleinen Weiten, in der wir auf der Erde die Körper werfen können, fallen sie freylich bey ihrer krummlinigten

Bahn auf die Erde zurück; die von ihnen beschriebenen Bogen sind so klein, daß alle von denselben gegen den Mittelpunct der Erde gezogene Linien für parallel gehalten werden können, und daß also die Bahn von einer parabolischen Krümmung, die freylich nicht wieder in sich selbst zurückläuft, dem Anssehen nach entsteht. Es ist aber doch gedenkbar, daß ein schwerer Körper in einer solchen Erhöhung von der Erde horizontal geworfen werde, daß die Weite der Bogen so wachse, daß die aus ihnen nach dem Mittelpunct der Erde gezogenen Linien nicht mehr für parallel, sondern für convergirend zu halten sind; dann wird die Bahn nicht parabolisch seyn können, sie wird in sich selbst zurücklaufend werden, und der schwere Körper wird um die Erde herum eine Centralbewegung haben. Wirklich ist auch die Bewegung, welche der Mond um die Erde, und alle Trabanten um ihre Hauptplaneten, so wie diese um ihre Sonne, haben, eine wahre Centralbewegung, und eine Folge derselbigen stetigen Kraft, welche die krummlinigte Bahn der geworfenen schweren Körper auf unserer Erde hervorbringt, nemlich der Gravitation. Die Schwere ist die stetig wirkende Centripetalkraft, und die Kraft des Wurfs, welche die schweren Welten von der Richtung dieser Centripetalkraft nach der Tangente abzulenken strebt, die Tangentialkraft oder Schwungkraft. Diese letztere ist also nicht Folge der Trägheit; denn weil Trägheit keine Kraft ist, so wird sie auch kein Vermögen haben, die schwere Welt von der Richtung der ihr imhärrenden Kraft der Schwere abzulenken; und eine in Bewegung befindliche, bloß träge Welt müßte dem Zuge der Schwerkraft ungehindert folgen. Um also
die

Die Centralbewegung der Himmelskörper zu erklären, dürfen wir nicht annehmen, daß sie als träge Wels ten nach der Richtung der Tangente zuerst in Bewe sung gesetzt worden wären, und daß die nachher hins zugekommene Schwere sie von jener Richtung nun stetig ablenke, sondern die gravitirenden Himmels Körper wurden durch eine projectile Kraft nach der Tangente ihrer Bahn mit einer determinirten Ge schwindigkeit in Bewegung gesetzt. So läßt sich denn auch die Frage leicht lösen, ob die Schwerkraft Folge der Trägheit, oder ob sie eine eigene Kraft sey.

Daß es denkbar sey, daß die Bahn geworfener Körper zu einer in sich selbst zurücklaufenden Linie, und nicht etwa zu einer Spirallinie werde, die dem Mittelpunct immer näher komme, läßt sich leicht beweisen. Jede Geschwindigkeit nach der Richtung der Wurfkraft kann durch die Größe der Tangente ausgedrückt werden, wie in Fig. 39.) durch Ab , und die Schwerkraft, die nach einem Mittelpuncte, wie nach C , wirkt, durch $Ac = bi$. Wenn also der schwere Körper aus A gegen A zu geworfen wird, so wird er in eben der Zeit, da er Ab durchläuft, zu gleicher Zeit von der Tangente durch die Schwere um bi oder Ac abgezogen, und also in eben der Zeit, als er nach der Kraft des Wurfs als ein Ab durchlaufen würde, vermöge der zusammengesetzten Bewegung den Bogen Ai beschreiben; von da ~~während~~ in der folgenden gleich großen Zeit, ohne die Schwere, nach der Tangente bis t fortgehen; treibt ihn aber die Schwere ununterbrochen gegen C , und wird diese Kraft, während daß er in i ist, durch $in = ie$ ausgedrückt, so wird er vermöge dieser zusammengesetzten Bewegung in eben dieser Zeit den Bogen im beschreiben; er würde in der dritten Zeit von n gleich sformig nach q fortgehen, wenn die Schwere nicht wäre, wenn nemlich $nq = ni$ gesetzt wird, da aber die Schwere in n ihn zu gleicher Zeit durch $np = qr$ führt, so wird er in eben dieser Zeit durch nr geführt, und so weiter. Weil die Centripetalkraft immer wächst, so wie die Distanzen Ci , Cn , Cr abnehmen, so wird auch der geworfene Körper immer näher gegen C zu kommen, bis er an den untersten Punct E gelangt ist; aber von da an wird er sich nicht mehr C nähern, sondern davon ab, und wieder nach A zurückgehen. Aus

der Lehre von der Centralbewegung (§. 104. 1.) ist bekannt, daß die Dreiecke AiC , in C , naC gleichen Inhalts sind, und eben so auch EC , dessen Bogen der geworfene Körper an der untersten Stelle durchläuft. In dieser Stelle der krummlinigten Bahn ist die Centripetalkraft am größten, und sey durch Em ausgedrückt, und verhalte sich gegen Ac , umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunct der Gravitation, oder wie $AC^2 : CR^2$. Der Körper würde aus E nach o gleichförmig fortgehen, in eben der Zeit, da er EC beschrieben hat, wenn die Schwere in E zu wirken aufhörte; sie zieht ihn aber um $EM = oh$ nach C zu, daher legt er in eben dieser Zeit den Bogen Eh zurück, von h würde er in der folgenden gleich großen Zeit durch ht weggehen, wenn ihn nicht während dieser Zeit die Schwere nach C ablenkte, und ihn am Ende dieser Zeit bis s zurückgebracht hätte; u. s. f. Aus den Richtungen EO , ht erhellet, daß, wenn der geworfene Körper in E angelegt ist, er von da an keinesweges gegen C zu immer mehr näher komme, sondern daß er vielmehr, weil er in den Puncten E , h , s , G eben dieselbige Centripetalkraft hat, als in den correspondirenden Halften, als er sich von da aus

die Kraft des Wurfs Abmisset der Centripetalkraft, oder als Ac , und durch so wird der Körper durch Ac durchlaufen. Wird nemlich $= Ag$, so wird die Schwere Ab durch die Würde, den Bogen AF durchlaufen. die Centralbewegung Ab und Ad , oder durch $AKBL$ u. s. w. haben. ae, P. II. Vindob. 1762.

Wir können nun von den bisher vorgetragenen Gesetzen der Schwere Anwendung machen auf Centralbewegungen (§. 103.), bey welchen die Schwere als Centripetalkraft wirkt, und so auch auf die wichtige

pflichtige Lehre von der Bewegung der Himmelskörper.

1) Wenn ein schwerer ruhender Körper von der Richtung der Schwere, die auch zur Zeit der Ruhe eben so gut in ihm wirksam ist, als zur Zeit der Bewegung, und seinen Druck hervorbringt, abgelenkt und z. B. nach einer horizontalen Richtung geworfen oder gestoßen werden soll, so wird dazu Kraft erforderlich seyn, und der ruhende schwere Körper wird Widerstand leisten (§. 110.). Es ist leicht begreiflich, daß, wenn der schwere Körper noch einmal so viel schwere Masse hat, als ein anderer, noch einmal so viel Kraft erforderlich seyn werde, um ihn mit eben der Geschwindigkeit in eben der Richtung zu werfen; nicht, weil diese doppelt so schwere Masse doppelt so viel Trägheit habe, und durch dieselbe doppelt so viel Widerstand leiste, sondern weil ihre bewegende Kraft oder ihr Gewicht, mit dem sie nach der Richtung der Schwere drückt, doppelt so groß ist. Wenn nun zwei schwere Körper von ungleicher schwerer Masse in eine Centralbewegung gesetzt, und ihre Geschwindigkeit, so wie ihr Abstand vom Mittelpunkte der Kräfte, gleich angenommen werden, so wird die Centrifugalkraft in dem Körper von größerer schwerer Masse größer seyn, als in dem von kleinerer schwerer Masse; und es wird folglich eine größere Centripetalkraft erforderlich, um die größere Masse in gleicher Bahn mit gleicher Geschwindigkeit und bey gleichem Abstände vom Centro zu erhalten.

Wenn wir die schweren Massen P , p , und die Centripetalkraft G , g , nennen, so ist, alles gleich gesetzt,

$$G : g = P : p.$$

Ich habe nämlich der Körper A von doppelt so viel schwerer Masse, als B , mit diesem bey gleichem Abstände vom Centro und bey gleicher Umlaufzeit eine Centralbewegung. Der Körper A ist $= 2 B$; in jedem von diesem angenommenen B aber ist die Centrifugalkraft gleich der in dem eigentlichen B , folglich ist die Centrifugalkraft von A zu der in B , wie das Gewicht oder die schwere Masse von A zu dem von B .

Wenn daher Wasser und Quecksilber in einer gegen obre eingeschlossen sind, und werden, so wird haben das und weiter vom Centro entfernt.

auch erklären, warum beim Brennen nach der Peripherie zu, nach dem Mittelpunkte des

ist praelect. phys. I. §. 198.

2) Auf

2) Aus der Verbindung dieses Satzes mit dem oben bey der Centralbewegung §. 72. n. 15. angeführten, folat der allgemeynere für die Centralbewegung schwerer Körper: die Centralkräfte sind in einem zusammengelegten Verhältniß aus dem geraden der schweren Massen und der Entfernungen vom Mittelpuncte, und dem umgekehrten des Quadrats der Umlaufzeiten.

Wenn die Centralkräfte G, g , die schwere Masse P, p , die Abstände vom Mittelpuncte D, d , und die Umlaufzeiten T, t , heißen, so ist

$$G : g = \frac{PD}{T^2} : \frac{pd}{t^2}$$

Wenn also $P = p$, so ist $G : g = \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$ wie oben (§.

72. n. 15.), und ferner $D : d = GT^2 : gt^2$ und wenn $G = g$ und $P = p$, so ist die Geschwindigkeit oder $V : v = \sqrt{D} : \sqrt{d} = T : t$, und $V^2 : v^2 = D : d$. Ferner wenn $P = p$, und $T = t$, so ist $G : g = D : d$ (§. oben 71. n. 12.), und wenn $T = t$, so ist $G : g = PD : pd$.

Wenn nun $G : g = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$, so ist $T : t = D : d$ und $V = v$; ferner, wenn $T = t$, und $P : p = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$, so ist $G = g$.

Endlich, wenn $P = p$ und $D = d$, so ist $G : g = \frac{1}{T^2} : \frac{1}{t^2}$.

Van Swinden L. G. 135. §. 363.

3) Wenn die Quadrate der Umlaufzeiten sich verhalten wie die Würfel der Entfernungen vom Mittelpunct der Kräfte, und die schweren Massen gleich sind, so sind die Centralkräfte im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen.

Wenn also $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$, so ist $G : g = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}$.

$$\frac{1}{d^2} = d^3 : D^3.$$

Nach dem oben (§. 72. n. 15) angeführten, war $G : g = \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$; substituiren wir nun hier nach der Voraussetzung für T^2 und t^2 , D^3 und d^3 , so ist $G : g = \frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3} = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} = d^3 : D^3$.

4) Wenn die schweren Massen ungleich sind, so sind, in dem eben angeführten Falle (3), die Centralkräfte im geraden

nden Verhältniß der Massen und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen vom Mittelpunkt der Kräfte.

Dies folgt aus der Verbindung des 2. und 3. Satzes; und ist diesernach

$$G : g = \frac{P}{D^2} : \frac{P}{d^2}$$

5) Wenn ein schwerer Körper in einem Kreise mit eben so großer Geschwindigkeit bewegt wird, als er durch den freyen Fall aus der Höhe des vierten Theils des Durchmesser, oder der Hälfte des Radius des Kreises erhalten würde, so ist seine Centrifugalkraft der Schwere gleich. Wäre der Körper an einem Faden gespannt, und würde er im horizontalen Kreise bewegt, so würde er jenen eben so spannen, als wenn er frey daran herabhängte.

Der Körper werde in einem horizontalen Kreise (Fig. 40.) bewegt. Die Tangente BD sey gleich dem Radius AB. Jener bewegt sich nach der Voraussetzung in der Circumferenz des Kreises mit einer Geschwindigkeit, welche er durch den senkrechten Fall $CB = \frac{1}{2} AB$ erlangen würde. Die durch diesen Fall erlangte Geschwindigkeit würde ihn in eben der Zeit durch den doppelten Raum von CB, oder durch BD gleichförmig führen (§. 200.) Wenn er also in B losgelassen würde, so würde er in eben dieser Zeit den Raum BD gleichförmig zurücklegen. Man nehme von BD irgend einen kleinen Theil BE, und ziehe durch das Centrum des Kreises die gerade Linie EAH, die den Kreis in F schneidet. Es sey ferner $DB^2 : BE^2 = CB : CG$. Wenn wir also die Zeit, in welcher der Körper mit beschleunigter Geschwindigkeit durch CB fällt, durch die Linie BD ausdrücken können, so wird BE die Zeit der beschleunigten Bewegung durch CG ausdrücken, weil die Räume, welche schwere Körper beim Fall durchlaufen, den Quadraten der Zeiten proportional sind. In der Zeit nemlich, in welcher der schwere Körper mit beschleunigter Geschwindigkeit aus C in B fällt, kann er mit der in B erhaltenen endlichen Geschwindigkeit bey der gleichförmigen Bewegung 2 CB, das ist BD, durchlaufen. Die Zeit, in der er BD gleichförmig durchläuft, ist zu der durch BE, wie BD zu BE. Weil sich nun die Quadrate dieser Zeiten verhalten wie die Räume, welche schwere Körper herabfallen, so ist $BD^2 : BE^2 = CB : CG$. Es würde also der Raum CG mit der beim Fall beschleunigten, und BE mit der gleichförmigen Geschwindigkeit, die der Körper in der Kreisbewegung hat, in gleicher Zeit beschrieben werden. Wenn ferner der Körper in B von der Centripetalkraft losgelassen würde, so würde er in E mit gleichförmiger Geschwindigkeit

bigkeit in eben der Zeit ankommen, als der Punkt B der Circumferenz in F anlangt, weil wir BE für den Bogen EF gleichgeltend nehmen können, indem BE unendlich klein angenommen wird. Wir können also sagen, daß der Körper eine Fliehkraft habe, um von dem Punkte B durch den Raum FE in der Zeit zu gehn, in der er mit der Geschwindigkeit seiner Kreisbewegung durch den Raum BE gleichförmig gehen würde, d. h. in der Zeit, in der er beim Fall durch CG mit beschleunigter Geschwindigkeit gehen würde. Wenn also erwiesen ist, daß die Räume EF und CG gleich sind, so wird auch erwiesen seyn, daß die Fliehkraft, oder das Bestreben des Körpers in der Kreisbewegung vom Faden mit beschleunigter Bewegung fortzugeben, dem Bestreben desselben zum Sinken, das er durch seine Schwere hat, gleich sey; weil dies Bestreben der beschleunigten Bewegung dann gleich ist, wenn durch diese in gleichen Zeiten gleiche Räume zurückgelegt werden. Daß aber $CG = FE$ sey, wird auf folgende Art bewiesen: Es ist $HE : EB = EB : EF$, oder $HF : FB = FB : FE$ und $EF = EB$, weil BE klein genug angenommen wird. Also ist $HE^2 : EB^2 = HE : EF$, oder $HE^2 : HE = EB^2 : EF$. Da wir den Bogen BF klein genug annehmen, so können wir auch $HE = HF$ setzen. Nehmen wir nun den vierten Theil der ersten Glieder der Proportion, wodurch das Verhältniß nicht verändert wird, so ist $\frac{HE^2}{4} : \frac{HE}{4} = \frac{EB^2}{4} :$

$\frac{EF}{4}$, oder $\frac{HE^2}{4} = AF^2$, und $\frac{HE}{4}$ oder $\frac{HF}{4} = BC$; es ist also $AF^2 : BE^2 = BC : EF$; da nun $AF^2 = BD^2$, so ist $BD^2 : BE^2 = BC : EF$. Es war aber nach der Construction $BD^2 : BE^2 = BC : CG$; es ist also $BC : CG = BC : EF$, und also $EF = CG$.

Huygens de vi centrifuga, in seinen operib. posth. S. 118. Muschenbroek §. 736.

Es läßt sich hieraus erklären, warum aus einem mit Wasser gefüllten offenen Gefäße, wenn es vermittelst eines Stricks im verticalen Kreise mit einer gewissen Geschwindigkeit umhergeschwungen wird, nichts herauslaufe, wenn gleich das Gefäß, wenn es in das Zenith seines Kreislaufs gekommen ist, mit seiner Oeffnung senkrecht auf dem Horizont steht.

Ferner läßt sich hieraus beweisen, daß ein Körper auf dem Aequator der Erde 17 mal geschwinde bewegt werden müsse, als die Erde um ihre Achse, wenn er eine Fliehkraft erhalten soll, die der Schwere gleich ist. Denn nach dem eben vorgetragenen Satze müßte die

die Geschwindigkeit der Umdrehung der Erde so groß seyn, als die zu der Fallhöhe aus dem halben Erdhalbmesser $\left(\frac{R}{2}\right)$ der Erde gehörige Geschwindigkeit, wenn die Gewichtskraft der Schwere gleich seyn sollte. Die zu dieser Höhe gehörige Geschwindigkeit aber ist (s. 203.)

$$250 \sqrt{\frac{R}{2}} = 125 \sqrt{2 R}. \text{ Nach Piccards Messung}$$

ist der Erdhalbmesser 19615791 parisi. Fuß = 20302343 rheinl. Fuß. Da wir für R Tausendtheilen des rheinl. Fußes nehmen müssen, so finden wir für $125 \sqrt{2 R} = 25188250$, oder die zu der Fallhöhe aus dem halben Erdhalbmesser gehörige Geschwindigkeit ist so groß, daß der darin begriffene Körper 25188250 Tausendtheilen des rheinländischen Fußes in jeder Secunde gleichförmig durchlaufen würde. Bey der Umdrehung der Erde um ihre Achse hingegen durchläuft jeder Punkt auf dem Aequator in einer Secunde 1426,5 parisi. Fuß = 1476,427 rheinl. Fuß, oder 1476427 Tausendtheilen des rheinl. Fußes, folglich ist die Geschwindigkeit, die zur Fallhöhe aus dem halben Radius der Erde gehört, zur Geschwindigkeit der Umdrehung der Erde, wie 25188250 : 1476427, oder fast wie 17 : 1.

6) Die schönste und erhabenste Anwendung der Lehre von der Centralbewegung und Schwere ist die auf unser Planetensystem. Die Uebereinstimmung derselben mit den Phänomenen des letztern gewähre die völlige Ueberzeugung von der Richtigkeit und Wahrheit der Copernikanischen Weltordnung. Die Sonne steht im Centro unseres Planetensystems; um sie bewegen sich die Hauptplaneten, mit ihren Trabanten oder Monden. Kepler entdeckte nun, was die nachfolgenden Beobachtungen stets bestätigt haben, 1) daß die Planeten nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen um die Sonne in einem Brennpuncte die Sonne steht; 2) da mit dem aus der Sonne nach ihnen gezogenen Flächenräume durchlaufen, die den Zeiten (s. oben S. 66. n.1.) *) und 3) daß die Laufzeiten der Planeten sich verhalten, wie d, itlern Entfernung von der Sonne **).

Die

*) Io. Kepleri Astronomia nova ἀπαιολογητος, s. physica caelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis. Prag. 1609. Fol.

**) Io. Kepleri epitome astronomiae copernicanae, Lincii 1618. 8. Harmonicae mundi libri V. Linc. 1619. Fol.

Die Beobachtungen lehren ferner, daß die Nebenplaneten oder Monde um ihre Hauptplaneten dieselbigen Gesetze befolgen, als die letztern um die Sonne; und endlich, daß sogar die Cometen in ihren sehr länglichen elliptischen Bahnen diesen Gesetzen unterworfen sind. Newton machte die erhabene Anwendung der Gesetze der Schwere auf die Bewegung der Himmelskörper. Er bewies, was die Vergleichung der Beobachtungen mit der Theorie völlig bestätigt, 1) daß die Planeten in ihren Bahnen durch eine Kraft zurückgehalten werden, die von den Hauptplaneten gegen die Sonne, bey den Nebenplaneten gegen den Hauptplaneten gerichtet ist, um den sie sich bewegen; 2) daß diese Centripetalkraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen von der Sonne sey, oder von dem Hauptplaneten, wenn von Nebenplaneten die Rede ist; 3) daß auch dies von den Cometen gelte, die in sehr länglichen Ellipsen sich um die Sonne bewegen, und 4) daß die Kraft, die alle und jede Planeten und Cometen um die Sonne, und die, welche die Trabanten um ihre Hauptplaneten treibt, eine und dieselbige sey. Er bewies, 5) daß die Kraft, die die Planeten in ihren Bahnen erhält, wie die Schwere, eine gleichförmig beschleunigende Kraft sey, und zeigte zuerst an dem Monde, daß die Kraft, die ihn in seiner Bahn um die Erde erhält, die Schwerkraft gegen die Erde sey. Es sey (Fig. 14.) A der Mond, der um die Erde C getrieben wird, und der um dieselbe eine Centralbewegung hat. Die Centrifugalkraft sucht ihn beständig von seiner Bahn AGFE abzulenken, und die Centripetalkraft gegen C hält ihn stetig darin zurück. Der mittlere Abstand CA, oder der Halbmesser der Mondbahn beträgt etwa 60 Erdbahnmesser, wovon wir jeden nach Ricciard auf 19615791 parif. Fuß setzen wollen. Die Umlaufszeit des Mondes um die Erde ist nahe 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten, oder 39343 Minuten. Er durchläuft also in 1 Minute einen Bogen Ab (Fig. 11.), der $132\frac{1}{2}$ Grade, oder nahe 33" beträgt. Man weiß das Verhältniß der Centripetalkraft Aa zum Radius AC, wenn man das Verhältniß des Quersinus Aa des Bogens Ab von 33" zum Radius hat. Dies letztere ist = 12798 : 1000000000000. Dies ist also das Verhältniß der Centripetalkraft, die den Mond binnen einer Minute von der geradlinigten Bahn seiner Tangente abzulenkt, zum Halbmesser seiner Bahn. Da nun der Mond etwa 60 Erdbahnmesser, oder 1176947460 parif. Fuß von dem Mittelpuncte der Erde absteht, so ist Aa, oder die Kraft, mit welcher der Mond gegen den Mittelpunct der Erde binnen 1 Minute zu strebt =
$$\frac{12798 \cdot 1176947460}{1000000000000} = 15,052$$
 parif. Fuß; und folglich eben so viel, als ob ein schwerer Körper in A binnen 1 Minute mit einer Beschleunigung von 15,052

15,052 Fuß seile. Wenn sich nun die Schwerkraft umgekehrt verhält, wie das Quadrat der Entfernungen, so muß die Schwerkraft des Mondes gegen die Erde, da er 60 Erds Halbmesser vom Centro der Erde absticht, 60^2 mal geringer, oder $\frac{1}{3600}$ der Beschleunigung der Schwere an der Oberfläche seyn; und weil sich die von schweren Körpern beim Fall durchlaufenen Räume verhalten, wie die Quadrate der Zeiten; so muß $1:60^2 = 15,052:x$, die Wirkung der Schwere auf der Oberfläche der Erde binnen 1 Minute seyn. x oder $60^2 \cdot 15,052$ f. kommt auch mit der aus andern Erfahrungen gefundenen Beschleunigung der Schwere an der Erdoberfläche so ziemlich und wenigstens so überein, als man es in solchen Fällen nur erwarten kann, zumal das angeführte Maas des Halbmessers der Mondsbahn wirklich größer ist, als wir es hier angenommen haben, und der Mond nicht mit seiner ganzen Centripetalkraft gegen die Erde wirkt, sondern ein Theil davon durch die Wirkung gegen die Sonne aufgehoben wird. Es ist also die Gravitation unserer schweren Körper zu der Gravitation des Mondes gegen die Erde, wie $60^2:1$, oder wie das Quadrat der mittlern Entfernung des Mondes des vom Mittelpunct der Erde, zum Quadrat der Entfernung der Körper auf der Fläche der Erde von ihrem Mittelpuncte.

Hieraus zog nun Newton den Schluß: 1) daß die Centripetalkraft des Mondes eben so gegen die Erde wirke, als die irdische Schwerkraft, 2) daß sie mit dieser einerley sey, und 3) daß die Schwere im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen stehe. Er machte weitere Anwendungen für die Planeten und ihre Trabanten, und stützte darauf das System der allgemeinen Schwere oder Gravitation, das seinen Namen unsterblich gemacht hat, 4) daß die Kraft, die alle Planeten, so wohl die Hauptplaneten, als die Nebenplaneten, und dann auch die Cometen in ihren Bahnen erhält, einerley sey mit der Schwere, und nach denselbigen Gesetzen wirke, als diese auf der Erde; und daß alle Planeten und Cometen gegen die Sonne, die Nebenplaneten aber gegen ihre Hauptplaneten und gegen die Sonne, nach eben denselbigen Gesetzen gravitirten oder schwer wären, oder angezogen würden, als die irdischen Körper gegen die Erde.

Isaac Newton philosophiae naturalis principia mathematica, Londini 1687. 4.

La Lande astronomie, §. 999.

7) Newton blieb hierbey nicht stehen, sondern machte von seinen schönen Entdeckungen noch weitere, sehr sinnreiche Anwendungen zur Bestimmung der beschleunigenden Kraft der Schwere auf der Oberfläche der Planeten, des Verhältnisses der schweren Masse derselben, und der Dichtig-

188 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

tigkeit dieser Masse; wovon ich hier nur kurz die Resultate anführen will.

Die Schwere (g) auf der Oberfläche eines Hauptplaneten verhält sich wie die Schwere (G) seines Trabanten gegen ihn, multiplicirt durch das Quadrat des mittlern Abstandes (D) dieses Trabanten, und dividirt durch das Quadrat des Halbmessers (R) des Hauptplaneten; oder wie der Würfel des mittlern Abstandes des Trabanten dividirt durch das Quadrat seiner Umlaufszeit (T) und das Quadrat des Halbmessers des Hauptplaneten. Es ist also

$$g = \frac{GD^2}{R^2} \text{ oder } g = \frac{D^3}{T^2 R^2}.$$

Die Sonne kann hierbei für einen Hauptplaneten; die Hauptplaneten aber können für ihre Trabanten gehalten werden.

Muschenbroek §. 743. Van Swinden I. S. 154. §. 420.

8) Die schweren Massen der Planeten (P, p) verhalten sich wie die Würfel der mittlern Entfernungen (D, d) von ihren Trabanten, dividirt durch die Quadrate der Umlaufzeiten dieser Trabanten, oder

$$P : p = \frac{D^3}{T^2} : \frac{d^3}{t^2}.$$

9) Aus der Anwendung dieses Satzes (8) auf den vorigen (7) folgt dann auch, daß die Schwere auf der Oberfläche eines Planeten sich verhalte, wie die schwere Masse desselben, dividirt durch das Quadrat seines Halbmessers, oder

$$g = \frac{P}{R^2}.$$

10) Endlich die Dichtigkeit (Δ) der schweren Masse eines Hauptplaneten verhält sich wie der Würfel der mittlern Entfernung seines Trabanten, dividirt durch das Quadrat der Umlaufszeit dieses Trabanten, und den Würfel des Halbmessers des Planeten (R); oder kürzer, sie verhält sich, wie die Schwere auf der Oberfläche des Planeten, dividirt durch seinen Halbmesser.

$$\Delta = \frac{D^3}{T^2 R} \text{ oder } \Delta = \frac{g}{R}.$$

La Lande astronomie. §. 1018. 1022.

11) Außer den angeführten Bewegungen der Planeten und Cometen um ihre Sonne, und der Trabanten um ihren Hauptplaneten, sind noch als Folgen der allgemeinen Gravitation anerkannt und erwiesen: 1) die Ebbe und Fluth, wovon, als einem tidischen Phänomen, die weitere Erklärung noch vorkommen wird, 2) die Ungleichheit des Mondlaufs, 3) das Vorrücken der Nachtgleichen, 4) das Wanken der Erdachse, 5) die Perturbationen des Laufs der Planeten.

6) der ungleiche Lauf der Cometen, 7) das Abnehmen der Schiefe der Ecliptik, 8) die Bewegung der Apfidenlinien aller Planeten, 9) die Bewegung aller Knotenlinien, 10) die Ungleichheiten des Laufs der Jupitersmonden, und 11) die Rotation des Ringes vom Saturn; deren nähere Bestimmung und Erklärung für die Astronomie gehört. So ist also der Nutzen der Kenntniß des allgemeinen Gesetzes der Gravitation von dem ausgebreitetsten Umfange, und im Grunde die Basis der neuern Astronomie.

La Lande astronomie §. 999.

12) Durch die Umdrehung der Planeten um ihre Achse erhalten die Theile ihrer Masse eine Fliehkraft, deren Richtung auf der Achse der Umdrehung senkrecht ist, die daher unter dem Aequator am größten seyn, gegen die Pole zu abnehmen, und in diesen endlich ganz verschwinden muß. Diese Fliehkraft verhält sich unter dem Aequator der Erde zur Schwere daselbst, wie 1 : 289.

Es sey (Fig. 41.) Ab ein Bogen, der unter dem Aequator binnen einer Zeit Secunde durchlaufen wird, und welcher 15 Secunden beträgt. Der Halbmesser des Aequators TB , der nach Bouguer 19681717/3 parisi. Fuß beträgt, verhält sich zu Cb , oder der Fliehkraft, wie der Radius von 1000000000000 zum Quersinus des Bogens von 15 Secunden, der binnen einer Zeitsecunde durchlaufen wird, oder zu 2644. Cb beträgt also

$$\frac{19681717/3 \cdot 2644}{1000000000000} \text{ Fuß} = 0,052038 \dots \text{ Fuß oder } 7/496$$

Linien. Der Raum bd hingegen, der durch die Schwere binnen 1 Secunde unter dem Aequator durchlaufen wird, ist nach der Berechnung von §. 254. aus der Pensullänge unter dem Aequator (§. 251.), 2167/414 Linien. Folglich verhält sich die Fliehkraft zur Schwere unter dem Aequator, wie 7/496 Linien : 2167/414 Lin. oder, wie 1 : 289.

Nach einer allgemeiner Regel bestimmt man die Fliehkraft unter dem Aequator eines Planeten nach folgender Formel. Die Fliehkraft (z) verhält sich zur Schwere (g) daselbst, wie der Cubus des Halbmessers (R) des Planeten mit dem Quadrat der Umlaufszeit (T) seines Trabanten multiplicirt zu dem Cubus der mittlern Entfernung des Trabanten (D) mit dem Quadrat der Umdrehungszeit (τ) des Planeten um seine Achse, oder $z : g = R^3 \cdot T^2 : D^3 \cdot \tau^2$

Van Swinden I. S. 157. §. 431.

13) Diese Fliehkraft vermindert die Schwerkraft, und ist am meisten unter dem Aequator, weil sie hier der Richtung der Schwere gerade entgegengesetzt ist; weniger in

größe

größern Breiten nach den Polen zu, weil sie hier schief der Schwerkraft entgegen wirkt, und also nur ein Theil von ihr der letztern direct entgegen ist. Dieser Theil ist desto kleiner, je mehr der Sinus des Complements der Breite kleiner ist, als der Sinus totus. Ueberhaupt ist die Verminderung, welche die Schwerkraft an verschiedenen Orten von der Fliehkraft erleidet, zu der, die sie unter dem Aequator erfährt, wie das Quadrat des Cosinus der Breite des Orts zum Quadrat des Halbmessers der Erde.

La Londe astron. §. 459. Vergl. mit §. 251. 2.

14) Weil die Erde eine sphäroidische Gestalt hat, und an den Polen abgeplattet ist, so wird ein schwerer Körper unter dem Aequator, auch noch aus dieser Ursach, unabhängig von der Fliehkraft, wegen der größern Entfernung vom Mittelpunct der Erde, eine geringere Beschleunigung haben, als gegen die Pole zu (6). Die Länge des einfachen Secunds pendulus wird daher, auch nach der Berichtigung wegen der Fliehkraft, unter dem Aequator kleiner seyn, als in den größern Breiten nach den Polen zu (§. 252.). Dennoch können auch noch andere Ursachen dazu beitragen.

Stoß schwerer Körper.

§. 261. Wenn ein schwerer Körper auf einer horizontalen Tafel liegt, und darauf bey seiner Bewegung die Friction nicht in Anschlag gebracht wird, oder, wenn er an einem Faden aufgehängt ist, so wird Kraft nöthig seyn, ihn in Bewegung zu setzen; das heißt, die zu seiner Bewegung angewandte Kraft wird eine Verminderung erleiden, und er wird Widerstand leisten, um aus Ruhe in Bewegung zu kommen, nicht wegen seiner Trägheit, wie man sich gewöhnlich die Sache vorstellt, sondern, weil er von der Richtungslinie der Schwere stetig abgelenkt werden soll, wie bey der Wurfbewegung. Wir müssen hier nun noch die Gesetze, welche die solchergestalt durch den Stoß bewegten Körper befolgen, näher betrachten. Diese Gesetze werden durch besondere Eigenschaften der Körper, je nachdem sie entweder ri-

gide,

gide, oder federhart, oder weich sind, modificirt. Nun giebt es zwar in der Natur keine bloß rigiden Körper, die nicht zugleich auch Federkraft (§. 124.) hätten, und die Geseze des Stoßes der erstern können daher nur unvollkommen durch Erfahrung bestätigt werden; wir können uns aber doch hier bey der allgemeinen Betrachtung der Körper jene Eigenschaften als abgesondert vorstellen, um so allgemein mögliche Fälle zu erhalten, nach denen die wirklichen bestimmt werden.

§. 262. Der Stoß findet statt auf eine dreyfache Art: 1) zwischen einem sich bewegenden und einem ruhenden Körper; 2) zwischen zwey Körpern, die sich nach einerley Richtung bewegen, der nachfolgende aber mit größerer Geschwindigkeit, als der erstere vorangehende; und 3) zwischen zweyen Körpern, die sich nach entgegengesetzter Richtung bewegen.

§. 263. Da die Größe der Bewegung eines misserstehenden Körpers nicht allein von der Masse, sondern auch von der Geschwindigkeit desselben abhängt (§. 112.); so muß auch bey der Mittheilung der Bewegung durch den Stoß auf beide Rücksicht genommen werden; und ferner auch darauf, ob der Stoß gerade oder schief (§. 97. 99.) geschieht. Wir betrachten hier nur den erstern.

§. 264. Beym geraden Stoß vollkommen rigider Körper finden folgende Geseze statt, die sich aus dem Vorhergehenden leicht erklären lassen:

1) Wenn ein vollkommen harter unelastischer Körper auf einen andern vollkommen harten unelastischen,

192 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

sehen, welcher fest und unbeweglich ist, stößt, so ruhen beide nach dem Stöße.

2) Ist der ruhende auch beweglich, so vertheilt sich die Geschwindigkeit des bewegten unter beide nach dem Verhältniß ihrer schweren Massen, oder Gewichte, oder: die Geschwindigkeit beider nach dem Stöße ist gleich der Größe der Bewegung des stoßenden Körpers durch die Summe der schweren Massen, oder der Gewichte dividirt.

Wenn wir die Gewichte oder die schweren Massen P, p , die Geschwindigkeit vor dem Stoß C, c , und nach dem

Stoß z nennen wollen, so ist $z = \frac{C \cdot P}{P + p}$.

3) Wenn sich beide Körper nach einerley Richtung bewegen, so können sie nur dann auf einander wirken, wenn sich der vorangehende mit geringerer Geschwindigkeit bewegt. Dann wird nach dem Stöße die Geschwindigkeit des anstoßenden kleiner, und die des gestoßenen größer werden müssen, und die Geschwindigkeit beider wird gleich seyn der Summe der Größen der Bewegungen dividirt durch die Summe der schweren Massen oder Gewichte.

Es ist diesemnach $z = \frac{CP + cp}{P + p}$.

4) Wenn sich beide Körper in gerader Richtung gegen einander bewegen, so müssen sie nach dem Stöße ruhen, wenn die Größen ihrer Bewegung gleich waren; d. h. wenn entweder die Geschwindigkeit bey gleichen schweren Massen gleich war, oder die Producte der schweren Massen durch die Geschwindigkeiten bey beiden gleich waren.

5) Sind aber bey dieser entgegengesetzten Richtung die Größen der Bewegung in beiden ungleich;

gehen beide Körper nach dem Stoß in der Richtung desjenigen Körpers fort, der die größere Bewegung hatte, und zwar muß die Geschwindigkeit bei der dann gleich seyn der Differenz der Größen der Bewegung beider Körper, dividirt durch die Summe der schweren Massen oder Gewichte.

$$\text{Es ist also } z = \frac{CP - cp}{P + p}.$$

Bestätigung durch Versuche mit Thonkugeln, die an der Luft mäßig getrocknet worden sind.

Um diese Versuche mit Sicherheit und Bequemlichkeit anstellen zu können, hat man eigne Vorrichtungen, die unter dem Namen der Percussionsmaschinen oder der Stoßmaschine des Mariotte bekannt sind. (*De la percussion ou choc des corps*, in den *Oeuvres de Mariotte*, à la Haye 1740. T. I.) S'Gravesande (*Physices elem. mathematic. L. I. c. 23.*) und Toller (*Leçons de physique T. I. Leg. 4. Sect. 3.*) haben solche Maschinen umständlich beschrieben.

Wenn man die sich stoßenden Kugeln in Bogen, wie Pendul. fallen läßt, so verhalten sich die Geschwindigkeiten an der untersten Stelle nur dann nahe wie die Bogen selbst, wenn diese sehr klein sind; bey größern Bogen hingegen kann man die Geschwindigkeiten keinesweges durch die Bogen selbst messen, sondern sie verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den senkrechten Fallhöhen (§. 196. 3.)

Zur Entwicklung der Theorie dieser Gesetze des centralen Stoßes harter oder rigider Körper müssen wir auf die Gesetze der reinen Bewegungslehre zurückgehen.

- 1) Besetzt, der gestoßene Körper ist nach dem 2. Fall ruhend und beweglich, so wird der stoßende auf den ruhenden als auf einen Widerstand wirken, und von seiner Größe der Bewegung so viel verlieren müssen, als der Widerstand des ruhenden beträgt. Er wird also verlieren, der erforscht einen Stoß mit der Geschwindigkeit, die er selbst nach dem Stoß hat. Es ist nemlich die einfache widerstehende Geschwindigkeit, die Theile dieser einfachen und überhaupt mit

194 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück

einer Geschwindigkeit, die der zu bewegenden umgekehrt proportional ist. Bei dem Zusammenstoßen der stoßenden Masse und der ruhenden gestoßenen Masse nun beide zusammen eine vergrößerte stößende Masse aus, die nicht mehr von der vorigen mit derselbigen Geschwindigkeit bewegt werden. Nun ist beim Zusammentreffen keine andere Kraft als die der stoßenden Masse inhärent, folglich wird die Geschwindigkeit der stoßenden Masse vor dem Stoße, gemeinschaftlichen Geschwindigkeit beider Massen nach dem Stoße sich verhalten, umgekehrt, wie die Summe der Massen zu der stoßenden Masse. Wenn also die stoßende Masse P , die ruhende p , und die Geschwindigkeit der stoßenden C heißt, so ist $z : C = P : P + p$.

folglich $z = \frac{PC}{P+p}$, wie nach (2)

Ist $P = p$, so wird $z = \frac{1}{2} C$.

Wenn man die einzelnen beweglichen Massen mit der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit nach dem Stoße oder mit z multiplicirt, so wird die Größe der Bewegung beider zusammen, so seyn, wie die Größe der Bewegung vor dem Stoße war, also un geändert.

$$\text{Denn } z \cdot P + z \cdot p = \frac{PC}{P+p} \cdot P + \frac{PC}{P+p} \cdot p = PC.$$

- II) Ist die ruhende Masse unbeweglich, so ist sie als unendlich groß gegen die stoßende anzusehen, und die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße wird als unendlich klein verschwinden; sie werden also beide nach dem Stoße ruhen (1).

$$= \frac{PC + pc}{P + p}; \text{ wie angegeben ist (3).}$$

Die Geschwindigkeit, welche p gewinnt, ist

$$= \frac{CP + cp}{P + p} - 0 = \frac{CP + cp}{P + p}, \text{ und die Geschwindigkeit, welche } P \text{ verliert, ist } = C - \frac{CP + cp}{P + p} = \frac{CP - cp}{P + p}.$$

Die Größe der Bewegung beider nach dem Stoß ist wie die Summe der einzelnen Größen der Bewegung vor dem Stoß. Denn $zP + zp = \frac{PC + pc}{P + p} P +$

$$\frac{PC + pc}{P + p} p = PC + pc.$$

IV) Wenn beide bewegliche Körper in entgegengesetzter Richtung mit gleichen Kräften, d. i. mit gleicher Größe der Bewegung aneinander stoßen, wenn nemlich $PC = pc$, oder $P : p = c : C$, so kann keine Bewegung erfolgen, sondern beide Bewegungen müssen nach dem Gesetz des §. 87. sich wechselseitig aufheben. (4.)

V) Wenn aber bey dieser entgegengesetzten Richtung PC und pc ungleich sind, so muß das Gesetz des §. 88. eintreten. Es sey nemlich $PC > pc$, so wird es einen gewissen Theil x der Geschwindigkeit C geben, der mit P multiplicirt, eine Größe der Bewegung $Px = pc$ macht. Beide werden sich gegen einander aufheben, und also Ruhe hervorbringen, wenn die Körper mit den Kräften Px und pc gegen einander direct stoßen. Es ist nun noch ein Theil d von der Geschwindigkeit übrig, oder $d = C - x$, der die Größe der Bewegung Pd hervorbringt, die sich dann unter die beweglichen Massen P und p vertheilt und sie in Bewegung nach der Richtung von C versetzt. Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoß oder z ist also $= \frac{Pd}{P + p}$.

Weil nun $Px = pc$, so ist auch $C : p = c : x$, und also $x = \frac{pc}{P}$. Da nun $d = C - x$, so ist auch $d =$

$$C - \frac{pc}{P} = \frac{PC - pc}{P}.$$

Wenn wir nun diesen

$$\text{Werth von } d \text{ in der ersten Formel für substituiren, so ist } z = \frac{P(C - \frac{pc}{P})}{P + p} = \frac{PC - pc}{P + p}. \quad (5)$$

Die Größe der Bewegung nach dem Stoß ist $= PC - pc$, wie man leicht finden wird, und also gleich der Differenz der Größen der Bewegung vor dem Stoß.

Wenn man aber die Größen der Bewegung nach einerley Richtung, nemlich nach der Richtung der größern Kraft, nimmt, so ist die schwächere in Ansehung dieser Stärken negativ; und dann ist die Größe der Bewegung vor und nach dem Stöße für gleich zu achten.

§. 265. Beim geraden Stöße federharter oder sogenannter elastischer Körper kommt noch in Betracht, daß von einer äußern auf sie wirkenden Kraft ihre Theile zusammengedrückt werden, aber auch mit eben der Kraft zugleich zurückwirken, und also das durch Veränderungen in der Bewegung hervorbringen. Aus den Kräften des Stoßes und der Zurückwirkung federharter Körper (deren Federkraft wir hier gleich stark annehmen) entspringen folgende Gesetze:

1) Wenn ein elastischer Körper an einen andern gleich elastischen ruhenden und unbeweglichen anstößt, so springt er mit seiner ganzen Geschwindigkeit zurück.

2) Wenn der ruhende Körper beweglich ist und von gleichem Gewicht, so bekommt er die ganze Geschwindigkeit des stoßenden, und dieser ruhet das gegen.

3) Wenn hingegen der ruhende bewegliche Körper von ungleichem Gewicht ist mit dem bewegten, so ist die neue Geschwindigkeit des anstoßenden zur vorigen, wie die Differenz der Gewichte zu ihrer Summe, und die Geschwindigkeit des angestoßenen, wie das doppelte Gewicht des anstoßenden zu beiden Gewichten.

4) Wenn sich zwey elastische Körper von gleichem Gewichte nach einerley Richtungen bewegen, und zwar wie §. 141. Nr. 3., so werden sie beide nach dem Stöße zwar nach einerley Richtung zu gehen

hen fortfahren, aber mit verwechselten Geschwindigkeiten.

5) Wenn sich beide Körper in gerader Richtung gegen einander bewegen, und die Größe ihrer Bewegung ist gleich groß, so werden sie mit eben der Geschwindigkeit von einander zurückspringen, mit der sie gegen einander liefen.

6) Ist aber bey diesem Falle die Geschwindigkeit ungleich, das Gewicht aber gleich, so verwechseln sie nach dem Stoß ihre Geschwindigkeiten bey'm Zurückspringen.

Befestigung durch Versuche mit elfenbeinernen Kugeln.

1) Zur Entwicklung der Theorie wollen wir erst den

Körper würde dem ruhenden Körper ertheilen, wenn gleichem Gewicht wären, sie beide elastisch sind, so er in dem gestoßenen demselben Bewegung oder der Richtung war, den dieser zur Anwendung mußte. Dieser Bewegung, oder seiner gleichen Gewichte oder

Nach Vollendung des Eindruck wieder her, und t der er veranlaßt wurde.

Richtung widersteht, in gestoßenen wieder herstellender stoßende noch die andere, die er übrig behalten soll hart wären, und wird er verliert doppelt so viel verloren haben würde, gewesen wären. Der stoß, der dem Widerstande Eindrucke proportional also auch gleich der Hälfte ruhenden bewegte. Mit der Eindruck wieder her, den noch einmal so viel erlangt also doppelt so viel erlangt haben wird,

de,

de, wenn beide Körper bloß hart, aber nicht elastisch gewesen wären.

II) Hieraus können wir nun allgemeinere Bestimmungen festsetzen. Es heiße das Gewicht des stoßenden elastischen Körpers P, seine Geschwindigkeit C, das Gewicht des elastischen ruhenden p. Die Geschwindigkeit des stoßenden nach dem Stoß, oder Z würde $\frac{PC}{P+p}$ seyn, wenn beide Körper nicht federhart wären (I. 264. 2); die Größe seiner Bewegung wäre dann $\frac{PPC}{P+p}$.

Wenn wir nun diese von der Größe der Bewegung vor dem Stoße, oder von $PC = \frac{PC}{P+p} P + \frac{pC}{P+p} P$ (I. 264. Anm.) abziehen, so bleibt $\frac{PPC}{P+p}$, als die Größe der Bewegung, die er durch den Widerstand des ruhenden verlor.

Da er aber, weil er und der ruhende elastisch ist, durch die Reaction, wie vorhin geschieht wurde (I), doppelt so viel Größe der Bewegung verliert, so ist die verlorne Größe der Bewegung $\frac{2PPC}{P+p}$.

Wenn wir nun diese von der Größe der Bewegung vor dem Stoße $PC = \frac{PPC}{P+p} + \frac{PPC}{P+p}$ abziehen, so bleibt $\frac{PPC - PPc}{P+p}$, als die Größe der Bewegung des stoßenden elastischen Körpers nach dem Stoß, und es ist seine Geschwindigkeit oder Z = $\frac{PC - PC}{P+p} =$

$\frac{(P-p)C}{P+p}$. Es verhält sich also $Z : C = P - p : P + p$; oder die Geschwindigkeit des stoßenden nach dem Stoße ist zur Geschwindigkeit desselben vor dem Stoße wie die Differenz der Massen zu ihrer Summe. (3).

Die Geschwindigkeit des ruhenden p nach dem Stoße wäre auch = $\frac{PC}{P+p}$, wenn beide Körper unelastisch und bloß hart wären; und seine Größe der Bewegung $\frac{pPC}{P+p}$ (I. 264. Anm.); da er aber elastisch ist, so wird durch die Reaction die Größe der Bewegung desselben nach dem Stoße = $\frac{2pPo}{P+p}$ und folglich die Geschwindigkeit

schwin

Geschwindigkeit $z = \frac{2PC}{P+p}$. Es ist also $z : C = 2P : P + p$;

oder die Geschwindigkeit des gestoßenen ist zur Geschwindigkeit des stoßenden, wie das doppelte Gewicht des stoßenden, zur Summe der Gewichte beider (3).

III) Ist $P = p$, so ist Z oder $\frac{PC - pC}{P + p} = 0$, und z oder $\frac{2PC}{P + p} = C$, oder, der stoßende ruhet nach dem Stoß, und der gestoßene bekommt die ganze Geschwindigkeit des stoßenden. (2).

IV) Wenn $P > p$, so ist $Z = \frac{PC - pC}{P + p}$ eine positive Größe; wenn aber $P < p$, so wird Z negativ; z oder $\frac{2PC}{P + p}$ ist aber immer positiv. Wenn also der stoßende weniger Gewicht hat als der ruhende, so springt er nach dem Stoß vom letztern mit der Geschwindigkeit Z zurück; der gestoßene aber wird nach der Richtung des stoßenden bewegt.

V) Wenn die Masse des ruhenden p fest und unbeweglich ist, so ist sie gegen den stoßenden P als unendlich groß anzusehen; in diesem Falle verwandelt sich die Geschwindigkeit Z des stoßenden nach dem Stoße oder $\frac{PC - pc}{P + p}$ in $\frac{PC - \infty C}{p + \infty} = -C$, oder der stoßende wird mit derselben Geschwindigkeit reflectirt, mit der er anstieß (1). Die Geschwindigkeit der unendlich großen gestoßenen Masse nach dem Stoße wäre $\frac{2PC}{P + \infty}$, oder unendlich klein, oder für nichts zu nehmen.

VI) Wenn p mit der kleinern Geschwindigkeit c vorangeht, und P folgt mit der größern Geschwindigkeit C nach, so wird der Stoß nur mit $C - c$ geschehen können (S. 264. Anm. III.). Wenn die Körper nicht elastisch wären, so würde p durch den bloßen Stoß, allein zur Größe der Bewegung $\frac{Pp(C - c)}{P + p}$ erhalten; wegen der Reaction durch Elasticität erhält p aber $\frac{2Pp(C - c)}{P + p}$, die zu seiner eigenen Größe der Bewegung pc noch hinzukommt. Daher ist die ganze Größe der Bewegung von p nach dem Stoße $\frac{2Pp(C - c)}{P + p} + pc = \frac{2PpC - 2Ppc + Ppc + ppc}{P + p} = \frac{2PpC - Ppc + ppc}{P + p}$,
und

und seine Geschwindigkeit $z = \frac{2PC - Pc + pc}{P + p}$. Der elastische Körper P verliert von der Größe seiner Bewegung $\frac{2Pp(C - c)}{P + p}$ (I. und II.); wenn wir dies von seiner Größe der Bewegung vor dem Stöße $PC = \frac{PFC + PpC}{P + p}$ abziehen, so bleibt zur Größe der Bewegung nach dem Stöße $\frac{PFC + PpC - 2PpC + 2Ppe}{P + p}$
 $= \frac{PFC - PpC + 2Ppc}{P + p}$. Dieses fliegenden P Geschwindigkeit Z aber ist $\frac{PC - pC + 2pc}{P + p} = \frac{(P - p)C + 2pc}{P + p}$. Wenn nun $(P - p)$ ist (4), so wird

in den angeführten Formeln, die den Werth von Z und z ausdrücken, $P + p = 2P$, $P - p = 0$; daher wird die erste Formel von z verwandelt in C, und die von Z in c, das heißt, die gleichen Gewichte verwechseln nach dem Stoß ihre respectiven Geschwindigkeiten (4).

VII) Wenn P und p in entgegengesetzter Richtung mit der Geschwindigkeit C und c aneinander stoßen, so werden die vorigen Formeln (VI) auch hier ihre Anwendung finden, nur daß c dem C entgegengesetzt, und also in Rücksicht desselben negativ genommen werden muß. Die Geschwindigkeit von p nach dem Stoß oder z verwandelt sich also in $\frac{2PC + Pc - pc}{P + p} = \frac{2PC + (P - p)c}{P + p}$ und zwar nach der Richtung, in welcher P vor dem Stoß bewegt wurde; und die von P oder Z in $\frac{(P - p)C - 2pc}{P + p}$ und zwar in der Richtung von C.

Wenn nun hierbei $PC = pc$, so ist $z = c$ in der Richtung von C, und $Z = -C$, oder die Körper springen mit eben der Geschwindigkeit zurück, mit der sie anstießen (5).

Wenn $P = p$, so ist $z = C$ in der Richtung von C und $Z = -c$, sie verwechseln folglich nach dem Stoß ihre Geschwindigkeiten in entgegengesetzter Richtung (6).

Wenn $(P - p)C = 2pc$, so wird, wie die Formel leicht giebt, $Z = 0$, folglich P bleibt nach dem Stoß in Ruhe, und z wird $C + c$, in der Richtung von C, oder springt mit der Geschwindigkeit $C + c$ zurück.

Wenn

Wenn endlich $(P - p) \cdot C > a$ per, so bleibt, wie man leicht sieht, Z positiv, oder der Körper P geht mit der Geschwindigkeit Z in der Richtung seiner vorigen Geschwindigkeit C fort.

In allen Fällen bey dem Stoß elastischer Körper bleiben die Summen der respectiven Größen der Bewegung vor und nach dem Stoß gleich.

Man sehe *Car. Scherffer institutiones physicae*, P. I. Vin. dob. 1763. 2. S. 136. ff., dem ich hierbey in den Erklärungen ganz gefolgt bin.

§. 266. Bey weichen Körpern finden dieselben Gesetze des Stoßes statt, als bey harten Körpern, nur daß sie zugleich ihre Figur ändern, welches bey harten Körpern der Fall nicht ist; und daß die Veränderung der Bewegung in eine andere, oder in Ruhe, nicht plötzlich, sondern erst nach und nach geschieht.

§. 267. Wenn ein Körper einen andern nicht unmittelbar anstößt, sondern durch einen oder mehrere andere dazwischen liegende Körper von einerley Beschaffenheit, so kann man jeden dazwischen liegenden als einen stoßenden und gestoßenen Körper ansehen, und hieraus die erfolgte Wirkung leicht beurtheilen. So pflanzt sich der Stoß durch eine Reihe gleich elastischer Kugeln bis zu der äußersten fort; und läßt man an mehrere dergleichen elastische Kugeln von einerley Gewicht eine andere von gleichem Gewicht anstoßen, so wird die letzte von allen nach §. 265. Nr. 2. mit der Geschwindigkeit abspringen, welche die erstere hatte, und diese wird ruhen; läßt man zwey anstoßen, so werden die zwey letzten abspringen, u. s. w.

§. 268. Wenn ein elastischer Körper auf einen andern harten unbeweglichen senkrecht stößt, so wird er mit eben der Geschwindigkeit reflectirt, mit welcher

der er anstößt, und zwar, wie leicht einzusehen ist, in der entgegengesetzten Richtung. Eben dies erfolgt, wenn der ruhende unbewegliche Körper elastisch ist, und ein harter unelastischer auf ihn stößt. Der letztere wird natürlicherweise ebenfalls mit gleicher Geschwindigkeit nach der entgegengesetzten Richtung zurückgeworfen werden.

Ein Ball springt von der Mauer ab; eine elfenbeinene Kugel von dem Steine; aber auch eine nicht elastische Kugel von einer gespannten Saite,

§. 269. Wenn ein elastischer Körper auf einem harten ruhenden unbeweglichen, oder auch umgekehrt, ein harter auf einen ruhenden unbeweglichen elastischen Körper in schiefer Richtung aufstößt, so wird er wieder in der entgegengesetzten schiefen Richtung zurückgeworfen, und der Reflexionswinkel ist dem Einfallswinkel gleich.

Es sey AB (Fig. 42.) eine harte unbewegliche Fläche, gegen welche ein elastischer Körper in der schiefen Direction CD in D anstößt. Die Bewegung des anstoßenden Körpers kann angesehen werden, als ob sie aus der Zusammensetzung der Kraft CA und CE entspringe. Da nun jede Wirkung nur nach der Perpendicularen erfolgt (§. 99.), so wird, wenn C in D angelangt ist, nur die Kraft CA = ED wirksam seyn können, und nach der entgegengesetzten Richtung dieser Kraft wird der elastische Körper durch den vollkommenen Widerstand der Fläche in D einen Eindruck erleiden. Dieser Eindruck stellt sich mit eben der Gewalt wieder her, womit er veranlaßt wurde, so bald der Stoß geschehen ist; folglich würde der Körper von D nach E wieder zurückgeschleunigt werden; aber die Kraft CE = DB ist noch ungeschwächt, ist noch nicht verwendet, weil sie keinen Widerstand fand, da sie parallel mit der Fläche ging. Der Körper wird also, wenn die Wirkung des Stoßes in D vollendet ist, wieder durch zwei Kräfte getrieben, nemlich durch DE und DB, und durchläuft also die Diagonale DF des Parallelogramms DEFB.

Der Winkel CDE heißt der Einfallswinkel (angulus incidentiae), der Winkel EDF der Zurückprallungs-, oder Reflexionswinkel (angulus reflexionis). Beide

Winkel

Winkel sind sich gleich, weil in beiden Dreiecken CED und EDF die Seiten CE und ED den Seiten FE und ED gleich sind, und der rechte Winkel CED = FED; folglich sind die Dreiecke gleich, und also der Winkel CDE = EDF.

Beispiele liefert das Billiard und das Abspringen der auf das Wasser sehr schief geworfenen Steine.

§. 270. Wenn ein harter Körper auf einem weichen unbeweglichen stößt, so drängt der stoßende nach seiner vorigen Richtung in den weichen ein, seine Kraft wird aber immer mehr und mehr durch den Widerstand der zusammengedrückten Theile des weichen Körpers vermindert, und der eindringende verliert so nach und nach seine Kraft.

Gleichgewicht fester Körper.

§. 271. Eine gerade unbiegsame Linie AB (Fig. 43.), oder oB (Fig. 44.), ohne Schwere, und in einem gewissen Punkte so unterstützt, daß sie sich zwar um denselben drehen, sonst aber nicht in Bewegung zu kommen vermag, und an der man sich zwey wirkende Kräfte vorstellen kann, heißt ein Hebel (vootis), und zwar ein mathematischer geradlinigter Hebel; sonst aber, wenn die Linie selbst schwer ist, ein physischer Hebel. Der unterstützte Punkt c heißt der Ruhepunkt, oder Bewegungspunkt (centrum motus); das, was ihn unterstützt, wie f (Fig. 43.), die Unterlage (fulorum, hypomochlium), die auch manchmal zur Ueberlage wird (Fig. 44.), oder auch als Zapfen anzusehen ist. Die Kräfte (potentiae), die den Hebel in der entgegengesetzten Richtung zu drehen streben, heißen nach ihrer verschiedenen Bestimmung die Kraft und die Last (onus), die man sich auch als ziehende Kräfte vorstellen kann.

§. 272. Wenn der Ruhepunkt (Fig. 43.) am Hebel zwischen den beiden Punkten A und B, an welchen die Gewichte angebracht sind, oder zwischen der Kraft und der Last liegt, so heißt er ein Hebel der ersten Art, oder ein doppelarmigter Hebel (vectis heterodromus); wenn aber die Stellen, moran die entgegengesetzten Kräfte angebracht sind, beide an einer Seite des Ruhepunkts liegen, wie Fig. 44. und 45.), so ist er ein Hebel der andern Art, oder ein einarmigter Hebel (vectis homodromus). Beym erstern gehen die beiden Kräfte nach verschiedenen Seiten, wenn er sich bewegt; bey diesem gehen sie beide nach einerley Seite. Es sind vom Hebel der andern Art zweyerley Gattungen, eine, wo die Last in der Mitte ist, zwischen dem Ruhepunkte und der Kraft, und eine, wo die Kraft zwischen dem Ruhepunkte und der Last liegt.

Beispiele von physischen Hebeln der ersten Art geben die gemeinen Hebbäume, der Geißfuß der Maurer, die Krämerwaage, die Schnellwaage, Scheren, Zangen.

Beispiele von Hebeln der zweyten Art der ersten Gattung: die Ruder eines Schiffes, ein Schieblarren; der zweyten Gattung: eine Schaufel, eine Senfe, ein Arm des menschlichen Körpers, wenn er eine Last hebt.

§. 273. Gleiche Gewichte F und D (Fig. 43.), die am doppelarmigten Hebel AB in gleichen Entfernungen e o hängen, erhalten einander in (§. 87.). Ungleiche Gewichte h in n Entfernungen erhalten einander nicht; das größere zieht das klein (§. 88.).

§. 274. Die Unterlage f (Fig. 43.) trägt bey dem doppelarmigten Hebel AB die Summe der Gewichte

nichte D und F, die an beiden Seiten ziehen; und im Gleichgewicht stehen. Wenn daher statt der Unterlage eine Kraft der Richtung der Schwere des Ruhepunktes entgegen zöge, so würde der Hebel ebenfalls unterstützt seyn; und es würde alles ruhen.

§. 275. Nimmt man in diesem letzten Falle (§. 274.) das Gewicht D an dem einen Arme des Hebels Ac weg, und befestigt dagegen diesen Punkt A, oder giebt ihm eine unbewegliche Ueberlage (Fig. 44.), so wird er ein einarmigter Hebel; aber er bleibt doch in Ruhe, obgleich die Kraft F an dem andern Ende B nur halb so groß ist, als die Kraft P, die ihn in der Mitte in der entgegengesetzten Richtung AK zieht. Die einfache Kraft F hält also bei der doppelten Entfernung $Bc = 2 \text{ } Ac$ der doppelten Kraft P bei der einfachen Entfernung Ao das Gleichgewicht. Auf eine ähnliche Art läßt sich dies auch am doppelarmigten Hebel beweisen. Denn man könnte diesen einarmigten Hebel cAB jenseits der Ueberlage f um die Hälfte cA verlängern, die Ueberlage wieder zur Unterlage machen, wie Fig. 46. und das doppelte Gewicht P an dem Ende G des verlängerten Arms aufhängen, das nun mit dem vorigen, nach der entgegengesetzten Richtung in A ziehenden, doppelten Gewicht im Gleichgewicht stehen würde. Da bis aber mit dem einfachen F vorher (Fig. 44.) im Gleichgewicht war; so muß auch nun beim doppelarmigten Hebel (Fig. 46.) das einfache Gewicht F bei der doppelten Entfernung $cB = 2$ dem doppelten Gewicht p bei der einfachen Entfernung $cG = 1$ das Gleichgewicht halten.

Das Gesetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel leitet te Cartesius aus dem im folgenden §. 279. angeführten

der Sup
que om
en vom
beweis
je man
ria evit

Ge : Be, und Fig. 44. F im Gleichgewicht mit P,
wenn $F : P = Be : Ge$.

Weil nemlich im Zustande des Gleichgewichts $F : P =$
 $Ge : Be$, so ist auch $F : Be = P : Ge$.

§. 278. Wenn die Richtungen der Kräfte am
Hebel nicht senkrecht darauf wirken, wie wir bisher
angenommen haben, sondern unter einem schiefen
Winkel

Winkel, so ist die aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie gezogene Perpendicullinie für die Entfernung der Kräfte vom Ruhepunkte zu halten, und es ist Gleichgewicht da, wenn die Produkte der Kräfte in diese Entfernungen, oder wenn die Momente gleich sind.

Es sey AcB (Fig. 47.) ein doppelarmigter Hebel, auf den die Kräfte R und P in den schiefen Richtungen AR und BP wirken. Hier sind die auf diese Richtungen aus dem Ruhepunkte gezogenen Perpendicular oD und oE für die Entfernungen dieser Kräfte vom Ruhepunkte zu halten, und es ist Gleichgewicht da, wenn $R : P$

oder wenn $R \times Do = P \times Eo$.
 Man nemlich vorstellen, daß das rechtwinkliche Dreieck oDA um o gedrehet werden könne; in wird die Kraft R bey D an die Linie AD mit dem Momente $R \times Do$ wirken. Das ganze Dreieck oAD eben so stark mit oD drehet, so muß sie es auch in oA thun; folglich ist das Moment, womit sie $= R \times oA$. Was von oA , gilt auch

an dem eindarmigten Hebel oA (Fig. 48) R und P an einemley Punkte A angebracht unter den schiefen Richtungen AR und AP nur dann Gleichgewicht erfolgen, wenn $R \times oA = P \times oA$, oder wenn $R \times oR = P \times oP$.

Wenn die Kraft S (Fig. 47.) senkrecht auf den Hebelarm oB wirkt, und mit R im Gleichgewichte ist, so ist $S : P = oE : oB$, d. i. wie der Sinus des Winkels SBP oder oBE zum Sinus totus. Eine Kraft am Hebel vermag also mehr, wenn sie senkrecht, als wenn sie schief wirkt.

§. 279. Die Bogen, durch welche die Aufhängungspancte der am Hebel im Gleichgewichte stehenden Gewichte bewegt werden können, verhalten sich wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkt; und es ist also einerley Kraft nöthig ein einfaches Gewicht durch einen doppelten, dreyfachen, u. s. w. Raum zu führen, als ein doppeltes, dreyfaches u. s. w. Gewicht durch den einfachen Raum; oder die Geschwin-

208 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

Geschwindigkeit des einfachen Gewichts ist zweymal drey mal u. s. w. größer, als die Geschwindigkeit des doppelten, dreyfachen u. s. w. Gewichts. So viel man also durch weitere Entfernung der Kraft vom Ruhepunkte des Hebels an der Kraft erspart, so viel verliert man an der Geschwindigkeit der Last.

§. 280. Von dem physischen Hebel, welches jeder wirkliche Hebel ist; kommt das Gewicht seiner Arme selbst in Betracht. Man kann ihn aber leicht auf einen mathematischen zurückerbringen, wenn das Gewicht seiner Arme bekannt ist, das man nur im Schwerpunkte derselben vereinigt annehmen, und aus der Entfernung dieses Schwerpunktes vom Ruhepunkte leicht berechnen kann, wie viel Gewicht am kürzern Arme nöthig sey, um das Gleichgewicht des Schwerpunktes vom längern Arme zu erhalten.

Bestätigung durch Versuche mit Leupolds Universalwaage.

Auch läßt sich hieraus leicht erklären, warum bey einem auf einem scharfkantigen Tische freiliegenden Stoc eine ziemliche Last an das kurze hervorragende Ende des Stoc's gehängt werden kann.

Ans

Anwendung der Lehre vom Hebel auf die Bewegungen der Gliedmaßen, und der durch sie zu überwindenden Lasten vermittelt der Muskeln. (Alph. Borelli oben (§. 219. 5.) angeführtes Werk; Parent Recherches de Mathématique et Physique, à Paris. 1713. T. II. S. 631. ff.; S. 662. ff., und 694. ff. T. III. S. 335. imgleichen Gehlers physik. Wörterb. Th. III. S. 295. ff.)

§. 281. Die Gesetze des geradlinigten Hebels lassen sich leicht auf den Winkelhebel oder gebrochenen Hebel (*vectis angularis*), die Rolle oder Scheibe (*trochlea*), den Flaschenzug (*polyspastus*), das Rad an der Welle (*axis in peritrochio*) anwenden. Die nähere Bestimmung und weitere Ausführung der Lehre von derselben gehören aber eigentlich für ein Lehrbuch der angewandten Mathematik.

Bewegung und Gleichgewicht schwerer flüssiger Körper.

§. 282. Die flüssigen Körper sind zwar den allgemeinen Gesetzen der Schwere unterworfen; allein der eigenthümliche Zustand ihres Zusammenhanges macht besondere Bestimmungen nöthig. Wir handeln hier nur die Erscheinungen ab, welche tropfbare Flüssigkeiten vermöge ihrer Schwere hervorbringen; da wir die expansiblen Flüssigkeiten in der Folge einzeln betrachten.

§. 283. Bey den festen Körpern läßt sich wegen der Stärke ihrer Cohäsion ein gemeinschaftlicher Schwerpunkt (§. 211.) annehmen und beweisen; bey einem flüssigen Körper kann man dies wegen des so äußerst geringen Zusammenhanges seiner Theile nicht thun, und man muß ihn vielmehr als eine Menge

210 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

von kleinen Theilchen ansehn, die wegen ihres geringen Zusammenhanges unabhängig von einander ihre Schwere äußern, oder wo jedes noch so kleine Theilchen seinen eigenen Schwerpunkt hat.

§. 284. Alle tropfbare flüssige Körper senken sich daher jederzeit an den niedern Ort, und nehmen, wenn sie ruhig stehen, jedesmal eine solche Lage an, daß ihre Oberfläche horizontal ist.

§. 285. Ein jeder Theil einer tropfbaren gleichartigen Flüssigkeit wird durch sein eigenes Gewicht, und durch den Druck aller übrigen Theile an seinem Orte erhalten, wenn die höchste Fläche eben und waagerecht ist, und es ist also jedes schwere Element desselben in Ruhe und im Gleichgewicht.

§. 286. Jeder Theil in einer gleichartigen tropfbaren Flüssigkeit wird von dem darüber und darunter stehenden Theile eben so stark gedrückt, als er selbst diesen darüber oder darunter stehenden Theil drückt.

§. 287. Aus diesen beiden Sätzen (§. 285. 286.) folgt denn auch, daß irgend ein willkürlich angenommener Theil in einer waagerecht stehenden, gleichartigen Flüssigkeit, wie z. B. der in der Gränze afgd und bec (Fig. 50) enthaltene Theil derselben, von der darüber und darunter stehenden Flüssigkeit eben so stark gedrückt werde, als er selbst diese darüber und darunter stehende Flüssigkeit drückt. Man stelle sich nun an die Stelle dieser willkürlich angenommenen Gränze eine feste unbiegsame Röhre vor, die die Flüssigkeit zwischen afgd und bec einschließt, so wird diese

diese Röhre nun nicht stärker und nicht schwächer auf die darin enthaltene Flüssigkeit drücken, als vorher die umgebende Flüssigkeit that, in deren Stelle sie gesetzt wurde. Die äußere Flüssigkeit kann wegfallen, ohne daß der Stand der Flüssigkeit in der Röhre dadurch geändert wird. Dies gilt natürlicherweise von allen communicirenden Röhren, sie mögen gleich oder ungleich weit, gerade oder krumm, und mannigfaltig gegen einander geneigt seyn.

§. 288. Es folgt hieraus der allgemeine Satz: Gleichartige Flüssigkeiten stehen in zusammenhängenden Röhren von jeder Gestalt, Lage und Weite der Schenkel, in diesen Schenkeln gleich hoch, und sie sind nur dann in diesen Schenkeln im Gleichgewicht und in Ruhe, wenn die Oberflächen der Flüssigkeit in den Schenkeln in einerley waagerechten Ebene stehen.

Diesen Satz, der sich aus dem §. 287. angeführten Erfahrungssatz so leicht herleiten läßt, suchte man auch durch das Cartesische Maas der Kräfte nach Mariotte auf die im folgenden §. angeführte Weise darzuthun. Es findet aber dabei allerdings die Erinnerung statt, daß man dabei willkürlich flüssige Körper wie feste behandelt.

Erinnerung wegen des Falles, wo der eine Schenkel der communicirenden Röhre ein Haarröhrchen ist.

§. 289. Wenn in gleich weiten verbundenen Röhren die Flüssigkeit auf der einen Seite steigen wollte, so müßte sie auf der andern Seite in eben der Zeit eben so tief fallen, und die flüssige Materie würde also in beiden Röhren eine gleiche Größe der Bewegung haben, weil Geschwindigkeit und Masse einerley wären. Gleiche Größen der Bewegung heben sich aber auf, und man sieht also leicht, daß

die Flüssigkeit den waagerechten Stand annehmen müsse, wenn die Röhren gleichweit sind. Aber eben so leicht läßt es sich auch bey zusammenhängenden Röhren von ungleicher Weite beweisen, daß Flüssigkeiten von einerley Art darin nicht eher in Ruhe kommen, bis sie gleich hoch darin stehen. Denn gesetzt, die eine Röhre hätte zehnmal so viel Grundfläche als die andere, so wird in jener die zehnfache Masse in eben der Zeit in den einfachen Raum fallen müssen, in welcher in dieser die einfache Masse den zehnfachen Raum in die Höhe steigt; denn wenn es z. B. in der weitem um einen Zoll fallen sollte, so müßte es in der engern um zehn Zoll steigen, und zwar in einerley Zeit; es sind also hier, und in jedem andern Falle Massen und Geschwindigkeiten einander umgekehrt proportional, folglich haben sie gleiche Größe der Bewegung, und die gleichen Kräfte heben sich auf. Die Flüssigkeiten einerley Art müssen also auch in ungleichen Röhren gleich hoch stehen, und sich einander das Gleichgewicht halten.

§. 290. Da also wenigtes Wasser in einem engern Schenkel der Röhre das Gleichgewicht hält mit vielem Wasser in dem andern weitem Schenkel,

so es auch das Gleichgewicht jedem andern Körper, so, als das in dem weitem Wasser.

de Röhre ABCD (Fig. 51.) wird, dies Wasser nur dann in es in beiden Schenkeln diese Schenkel ungleich weit daß es in dem engern Schenkel es auch in dem weitem einerley Horizontalebene mit
ab

ab stehen müssen; sonst ist kein Gleichgewicht und keine Ruhe da. Die Wassersäule ab hält also der, ungleich mehr wiegenden, Wassersäule cd das Gleichgewicht, wenn ihre Oberflächen nur in einerley Horizontalebene liegen. Wenn nun in dem cylindrischen Schenkel CD , statt des Wassers von der Höhe ce und der Grundfläche ef , ein fester Körper läge, der an den Wänden des Schenkels eben so leicht auf, und abwärts, als Wasser, und doch genau an die Wände anscloße, so ist leicht einzusehen, daß, wenn dieser feste Körper eben so viel wäge, als das Wasser in dem Raume cd , er das unterhalb ef liegende Wasser nicht stärker und nicht schwächer drücken würde, als vorher das Wasser in cd that. Da nun das Wasser in dem engern Schenkel AB vorher das Gleichgewicht hielt mit dem Wasser in dem weitem Schenkel CD , und also auch mit dem in cd enthaltenen, so wird es auch das Gleichgewicht halten mit dem an die Stelle des Wassers in cd gesetzten, und gleichwiegenden, festen Körper.

Man sieht leicht, daß dies von jeder Weite des Schenkels CD gelte, und daß also sehr wenig Wasser in AB mit sehr vielem in CD , und folglich mit jedermann die Stelle des Wassers angenommenen und mit demselben gleichwiegenden Körper das Gleichgewicht halten könne.

§. 291. Wenn der eine Schenkel der Röhre tiefer abgeschnitten ist, als der andere, so wird das Wasser aus dem kürzern beständig ausfließen, wenn der andere damit höher gefüllt ist, so lange bis die Wasserflächen in beiden gleich hoch stehen. Versieht man aber den kürzern Schenkel mit einer engen Oeffnung, so springt das Wasser mit Gewalt daraus in die Höhe, wenn die Wasserfläche in dem längern Schenkel höher steht. Wenn das hervorspringende Wasser nicht selbst schwer wäre, wenn die Luft keinen Widerstand machte, und kein Reiten dabey stattfände, so müßte der hervorspringende Wasserstrahl eben so hoch steigen, als die Wasserfläche in der weitem Röhre liegt.

Versuche mit Mercurblowach angelegten kleinen Springbrunnen; und Anwendung auf größere Fontainen.

§. 292. Wenn communicirende Röhren von gleicher oder ungleicher Weite mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, und es wird der eine Schenkel abgeschnitten, und die Mündung mit einem Deckel verschlossen, so erleidet dieser Deckel von unten her von dem darunter stehenden Wasser einen Druck, der gleich ist dem Drucke einer Wassersäule, welche diesen Deckel zur Grundfläche, und die Höhe des Wassers in dem längern Schenkel über dem im kürzern Schenkel zur Höhe hätte. Weniges Wasser kann solchergestalt auch einen sehr großen Druck nach oben zu ausüben.

Es sey bey einer communicirenden Röhre von ungleich weiten Schenkeln (Fig. 52.) der weitere Schenkel ED im CD abgeschnitten, und mit einem genau schließenden festen Deckel an der Mündung CD versehen. Der engere Schenkel AB sey bis ab mit Wasser gefüllt. Dies Wasser würde, nach den vorhergehenden Sätzen,

welcher *af* zur Grundfläche, und *ab* oder *fc* zur Höhe hat.

Dies ist auch der Fall von jedem andern unregelmäßig gebildeten Gefäße. Es sey (Fig. 53.) ABCdek ein solches Gefäß im senkrechten Durchschnitt, es sey bis A mit Wasser gefüllt, und ganz verschlossen. Der Theil *cd* des Gefäßes wird einen Druck nach oben erleiden, der dem Gewicht der Wassersäule gleich ist, die *cd* zur Grundfläche und *ab* zur Höhe hat; denn wenn *cd* offen wäre, und eine Röhre *fbcd* darüber stünde, so würde in derselben das Wasser bis *bf* stehen, wenn es in A so hoch stünde, und die Fläche *cd* würde dadurch so stark gedrückt werden, als diese Wassersäule drücken würde, folglich auch eben so stark entgegen drücken. *kg* muß einen Druck nach oben zu erleiden, der dem Gewichte einer Wassersäule gleich ist, die *kg* zur Grundfläche und *kl* oder *gf* zur Höhe hat. Endlich die geneigte Wand *Ak* leidet einen Druck nach oben, der gleich ist dem Gewichte einer Wassersäule, die *hk* zur Grundfläche und $\frac{1}{2}$ *kl* zur Höhe hat.

Hierauf gründet sich auch

- 1) S'Gravesande's *foliis hydrostaticis* (Elem. phys. mathematic. L. II. c. 2. Exp. 5. §. 729. Muschenbroek introd. ad philos. nat. T. II. §. 1283.
- 2) Wolfs anatomischer Heber (Königliche Versuche Th. I. Cap. 3. §. 58.)

§. 293. Es leidet wol keinen Zweifel, daß der Druck einer tropfbaren Flüssigkeit gegen den Boden zunehmen müsse, wenn die Höhe derselben in einem Gefäße zunimmt; und eben so ist auch klar, daß, wenn die Grundfläche des Gefäßes vergrößert wird, bey derselbigen Höhe um so mehr Wasser in das Gefäß geht, als die Vergrößerung der Grundfläche beträgt, folglich der Druck gegen den Boden ebenfalls auch zunimmt, wie die Grundfläche. Aus beiden folgt also: daß der Druck der tropfbaren flüssigen Körper in einem unversehrten Verhältniß ihrer senkrechten Höhen und Grundflächen sey.

§ 294. Auch in einem unregelmäßig gebildeten Gefäße drückt eine tropfbare Flüssigkeit gegen den
Bo:

216 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

ben so stark, als das Gewicht einer senkrechten Wassersäule drücken würde, die den Boden zur Grundfläche, und die perpendicularäre Höhe der Flüssigkeit im Gefäße zur Höhe hätte.

Wasser bis A
Druck, der
, die BC zur
e hat. Der
einen Druck,
ihm stünde.
sicht, als das
wie aus dem
er Theil der
n diesem auf-
hen, so muß
ben so stark
Wassersäule
und kommen,
, oder dem
zur Grund-
ist mC übers
Gewichte der
läßt es sich
Bodens BC

n, daß das
 $lCdegk$ auf-
sich werde,
die BC zur
ätte, wenn
ht Rücksicht
gen den Bos-
t, so drückt es
 kg , und kA
bewegendem
ab, als die

§. 295. Der Druck des Wassers auf den Boden eines Gefäßes richtet sich also nicht nach der Wassermenge im Gefäße, sondern bloß nach der senkrechten Höhe des Wassers über dem Boden und der Grundfläche desselben; und jeder Theil des Bodens leidet den Druck einer Wassersäule, deren

Grund-

Grundfläche dieser Theil und deren Höhe die senkrechte Tiefe dieses Theils unter der Oberfläche des Wassers ist.

§. 296. Wenn man in ein Gefäß, das mit Wasser gefüllt und oben offen ist, zur Seite mehrere kleine Oeffnungen über einander macht, so springt das Wasser mit mehr oder weniger Gewalt zur Seite heraus, und zwar um desto stärker, je näher die Oeffnung nach dem Boden zu liegt, oder je höher die darüber stehende Wassersäule ist.

§. 297. Wir müssen aus diesem Versuche schließen, daß der Druck des Wassers sich nicht allein unterwärts nach dem Boden des Gefäßes zu äußere, sondern auch zur Seite auf die Wände des Gefäßes; und daß dieser Druck abnehme, wie die Höhe des Wassers abnimmt. Jeder Punct der Seitenfläche eines mit Wasser gefüllten Gefäßes leidet einen Druck, der gleich ist dem Gewicht einer Wassersäule, deren Grundfläche diesem Puncte, und deren Höhe der Entfernung dieses Punctes der Seitenwand in lothrechtter Linie von der Oberfläche des Wassers gleich ist; oder jeder Theil der Seitenwand leidet einen Druck, wie eine ihm gleiche Fläche, wenn diese in derselben Tiefe horizontal gehalten würde; nur muß dieser Theil klein genug genommen werden.

Es sey ein cubisches Gefäß ABCD (Fig. 54.) mit Wasser bis AC gefüllt, so kann man sich dieses Wasser in lauter gleich hohe, mit dem horizontalen Boden BD parallelllaufende Schichten getheilt vorstellen. Die höher liegenden Schichten pressen auf die untern mit einer Kraft, die der Summe ihrer Gewichte gleich ist. So hat die Schicht abcd das Gewichte der Schicht ACab zu tragen; die Schicht edef hat das Gewicht der Schicht

Schicht $abcd$, aber auch zugleich dadurch das Gewicht der Schicht $ACab$ zu tragen, u. s. f. Es ist nun klar, daß z. B. die Wasserschicht $cdef$ von den darüber liegenden Schichten eben so gepreßt wird, als ob ein fester schwerer Körper von dem Gewichte der Wassersäule $ACed$ darüber läge, und allenthalben gleichförmig auf die Fläche cd drückte. Da das Wasser so große Verschiebbarkeit seiner Theile hat, und der Boden des Gefäßes widerstehend angenommen wird, so muß sich seine Pressung, die es von oben her erleidet, nach den Seitenwänden fortpflanzen. Da nun der Druck von oben her zunimmt, je niedriger die Schichten gegen den Boden zu liegen, so muß auch dieser Seitendruck des Wassers zunehmen. Wenn in km eine communicirende Röhre $kmpq$ angefügt wäre, und das Stück km der Seitenwand wäre weagenommen, so würde die Röhre bis an die Horizontalfläche AC auch mit Wasser angefüllt seyn müssen, damit dasselbe dem in AC über lm das Gleichgewicht hielte. Würde nun das Stück km der Seitenwand wieder eingesetzt, so würde es von dem umgebenden Wasser unstreitig einen Druck erleiden, der dem Druck einer Wassersäule gleich wäre, die km zur Grundfläche, und die Höhe von der Mitte zwischen k und m bis C hätte. Denn da k höher liegt, als m , so muß km entweder unendlich klein, oder es muß die Mitte zwischen k und m als der unterste Punkt der Höhe genommen werden.

§. 298. Dieser Druck des Wassers auf die Seitenflächen eines Gefäßes nimmt von oben in arithmetischer Progression zu. Ist ein cubisches Gefäß mit Wasser ganz erfüllt, so beträgt der Druck des Wassers gegen eine ganze Seitenfläche des Gefäßes halb so viel, als gegen den Boden; und gegen alle vier Flächen noch einmal so viel als gegen den Boden.

Es sey das cubische Gefäß $ACED$ (Fig. 54.) mit Wasser angefüllt, so ist der Druck gegen den Boden gleich dem Druck einer Wassersäule, die BD zur Grundfläche und BA zur Höhe hat (§. 295); der Druck gegen die Seitenwand AB aber ist gleich dem Drucke einer Wassersäule, die AB zur Grundfläche und $\frac{1}{2} AB$ zur Höhe hat (§. 297. Anm.); folglich ist dieser Druck gegen AB halb so groß, als gegen BD .

§. 299. Auf diesen Seitendruck der tropfba-
r Flüssigkeiten, und die Zunahme desselben, so
die Tiefe gegen den Boden zu zunimmt, gründen
eben, die im §. 296. angeführte Erfahrung, u
andere Phänomene.

- 1) Segners hydraulische Maschine,
durch den Seitendruck des Wassers in Bei-
gung gesetzt wird. (S. Gehlers phys. W
terb. Th. IV. S. 8. ff.)
- 2) In eine oben offene Glasröhre, an der
untere Oeffnung eine mit einer Flüssig-
keit gefüllte Blase gebunden ist, steigt diese Fl-
ssigkeit in die Höhe, wenn die Blase und Röh-
re in Wasser getaucht werden, und steigt de-
r höher, je tiefer sie getaucht werden.
- 3) Eine leere verstopfte, dünne gläserne Glas-
mit platten Seitenflächen, zerbricht durch
Seitendruck des Wassers, wenn man sie
in dasselbe taucht.

§. 300. Aus allen bisher vorgetragenen Sät-
z folgt nun, daß eine tropfbare Flüssigkeit unter
ihrer Fläche nach allen möglichen Richtungen drück-
nach oben (§. 292.), nach unten (§. 294.) und
Seite (§. 297.).

§. 301. Wenn eine Flüssigkeit schwererer
auf eine andere Flüssigkeit leichterer Art (mit der
sie sich nicht chemisch verbindet, oder von der sie ni-
aufgelöst wird,) gegossen wird, so ist kein Zweifel
daß sie die untere nicht aus ihrer Stelle v-
drängen wird, oder daß diese, ehe alles in Ruhe
kommen ist, nicht in dem obern Theile des Ge-
ßes von der schwerern hinaufgedrückt wür-
All

Allein wenn man eine schwerere flüssige Materie auf eine andere leichtere so gießen könnte, daß beider Oberflächen vollkommen waagerecht blieben; so ist kein Grund vorhanden, warum die schwerere nach unten zu gehen sollte. Denn sie würde in allen Punkten gleich stark drücken, und die untere leichtere Flüssigkeit könnte also in keinem Punkte nach oben zu ausweichen, und auch nicht nach den übrigen Seiten zu wegen des Gefäßes.

§. 302. Wenn man aber den schwerern flüssigen Körper zu dem leichtern schüttet, so kann dies nie in der Art geschehen, daß die Oberflächen horizontal bleiben, und wegen des stärkern Drucks der schwerern Säulen der schwerern Flüssigkeit muß der leichtere zur Seite empor gehoben werden, und sich über den schwerern ergießen, und es kommt nicht eher Ruhe und Gleichgewicht der Theile, bis der leichtere nach oben zu steht, und jede Flüssigkeit eine horizontale Fläche erhalten hat.

§. 303. So steigen also leichtere Flüssigkeiten durch schwerere (von denen sie nicht, oder nicht gleich aufgelöst werden) in die Höhe, und stellen sich endlich nach ihrem verschiedenen eigenthümlichen Gewicht so über einander, daß jeder eine horizontale Oberfläche hat.

Beispiele: an der sogenannten Elementarwelt aus Quecksilber, der Auflösung des Schwefelsalkali im Wasser, Weinäpfel und Steinhölz; an dem Passerion, oder der scheinbaren Verwandlung des Wassers in Wein.

§. 304. Wenn zusammenhängende Röhren mit Flüssigkeiten von verschiedener Art und verschiedenem eigenthümlichen Gewicht angefüllt werden, so wird die

die schwerere Säule, die bey gleichem Umfang mehr Gewicht hat, stärker drücken, als die andere. Wenn sie aber im Gleichgewicht gegen einander seyn sollen, so müssen ihre Gewichte gleich groß seyn. Es wird also die flüssige Materie leichterer Art so vielmal höher stehen, als die von schwererer Art, so vielmal die letztere die erstere an specifischem Gewichte übertrifft: oder, der senkrechte Druck der Flüssigkeiten von verschiedenem eigenthümlichen Gewicht gegen einander, ist im Verhältniß ihrer specifischen Gewichte, und sie stehen in zusammenhängenden Röhren im Gleichgewicht, wenn ihre Höhen sich umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten.

Bestätigung durch Versuche in zusammenhängenden Röhren mit Quecksilber und Wasser.

§. 305. Eben dies erfolgt, wenn auch die Röhren nicht gleich weit sind. — Man kann also leicht die Höhen zweyer flüssigen Körper von verschiedenem eigenthümlichen Gewichte, die sie in zusammenhängenden Röhren haben, bestimmen, wenn man nur das Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte weiß; und so kann man auch aus der Höhe einer Flüssigkeit gegen das Wasser den Unterschied des eigenthümlichen Gewichts oder der Dichtigkeit zwischen beiden finden. Wegen des verschiedenen Cohärens der Flüssigkeiten mit den Gefäßen ist indeß diese Bestimmungsart nicht genau und scharf genug.

Ein Werkzeug zur Bestimmung der eigenthümlichen Gewichte verschiedener Flüssigkeiten gegen einander, nach diesen Grundsätzen, hat Hr. Richard angegeben. (Vorles über die Experimentalphys. Th. II. S. 164.)

§. 306. Ein fester Körper schwererer Art sinkt in einem flüssigen leichteren Art unter. Denn wir können uns vorstellen, daß die Flüssigkeit aus lauter neben einander befindlichen Wassersäulen bestehe, die dann im Gleichgewicht gegen einander sind, wenn ihre Oberflächen in einerley Horizontalebene liegen. Wird nun ein schwerer fester Körper darauf gelegt, so nimmt natürlicherweise der Druck der unter ihm befindlichen Wassersäulen durch sein eigen Gewicht zu, und die Wassersäulen zur Seite müssen in die Höhe steigen, um das Gleichgewicht hervorzubringen, und sie müssen höher steigen, als die Horizontalebene des festen schweren Körpers beträgt (nach §. 304.); da aber der Druck des Wassers auch seitwärts stattfindet, so fließen diese höher gestiegene Wassersäulen zur Seite über den tiefer liegenden festen Körper her, dadurch wird das Gleichgewicht natürlicherweise immer wieder aufgehoben, und der feste schwerere Körper sinkt bis auf den Boden des Gefäßes hinab, und dann setzt sich erst das Wasser ins Gleichgewicht oder nimmt eine horizontale Oberfläche an.

§. 307. Wenn der schwerere feste Körper in den leichtern flüssigen eingetaucht wird, so sinkt er darin nicht mit seiner ganzen Kraft der Schwere. Denn an dem Orte, worin er jetzt eingetaucht ist, war vorher so viel Wasser, als in den Raum des festen Körpers geht, und das ganze Gewicht dieses Wassers wurde von der übrigen Flüssigkeit getragen (§. 285.). Es wird also auch durch den Gegendruck der Flüssigkeit von dem absoluten Gewichte oder von der Größe des Druckes des schweren festen Körpers so viel aufgehoben und gewissermaßen vernichtet, als

das

das absolute Gewicht oder die Größe des Druckes eines eben so großen Wasserklumpens beträgt, und er sinkt daher nicht mit seiner ganzen Kraft oder seinem ganzen Gewicht, sondern nur mit dem Theil, welcher übrig bleibt, wenn man von seinem absoluten Gewichte das absolute Gewicht eines eben so großen Wasserklumpens abzieht. Diesen übrigbleibenden Theil seines Druckes nennt man sein respectives Gewicht (*pondus respectivum*).

§. 308. Ein fester Körper schwererer Art sinkt daher in einem flüssigen leichterer Art mit seinem respectiven Gewicht (§. 307.) zu Boden, und verliert, wenn er darin versenkt wird, so viel von seinem absoluten Gewichte, als der flüssige Körper wiegt, der seinen Raum erfüllen würde, und den er aus der Stelle treibt.

Bestätigung durch Versuche: Ein metallner Würfel, der an einem Pferdehaar an einer Waage hängt, wird im Wasser gewogen, und er braucht so viel weniger Gewicht, denn vorher in der Luft, um im Gleichgewicht erhalten zu werden, als das Wasser wiegt, welches mit dem Würfel von gleichem Umfange ist, oder welches in einen Eimer geht, worin der Würfel genau paßt.

§. 309. Schwere feste Körper von gleichem Volum verlieren in einerley leichtern flüssigen Körper gleiche Summen von ihrem absoluten Gewichte, ihr eigenthümliches Gewicht mag verschieden oder einerley seyn. Ihr respectives Gewicht, welches übrig bleibt, ist aber freylich nach Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte verschieden.

Bestätigung durch Versuche mit einem zinnernen und einem bleernen Würfel, die jeder einen rheinl. Decimal-Cubikfuß groß sind, und gleichviel in einerley Flüssigkeit verlieren; aber ungleiches respectives Gewicht übrig behalten, mit dem sie zu sinken streben.

§. 310. Bey schweren festen Körpern von ungleicher Größe und einerley absolutem Gewicht verliert der größere Körper mehr, als der kleinere; oder, welches einerley ist, der, welcher das größere eigenthümliche Gewicht hat, verliert weniger, als der das geringere besitzt.

Bestätigung durch Versuche mit einer elfenbeinernen Kugel und einer Bleifugel, die beide gleichviel wiegen, aber ungleichviel beim Wasserwägen verlieren. Die größere elfenbeinerne Kugel verliert mehr, als die kleinere Bleifugel.

§. 311. Einerley fester Körper verliert in Flüssigkeiten von verschiedenem eigenthümlichen Gewichte ungleich viel von seinem absoluten Gewichte; in den dichtern oder schwerern mehr, als in den seltneren oder leichtern.

Versuche mit Salzfoote, Wasser, Wein, Weingeist, u. d. gl. worin einerley fester Körper ungleich viel verliert. Anwendung hievon auf Flüssigkeiten einerley Art, die eine verschiedene Wärme haben.

§. 312. Ein fester Körper, welcher mit einer Flüssigkeit gleiches eigenthümliches Gewicht hat, muß in derselben nothwendig sein ganzes Gewicht verlieren, und sein respectives Gewicht (§. 307.) wird also $= 0$ seyn. Er wird also, in die Flüssigkeit versenkt, weder sinken, noch steigen, sondern ruhig schweben.

Versuche mit einem Ey, das in reinem Wasser sinkt, in Salzfoote schwimmt, in der Vermischung von beidem nach einem richtigen Verhältniß aber schwebt.

Versuche mit den Cartesianischen Teufelchen.

§. 313. Die flüssige Materie, worin ein fester Körper gehängt wird, nimmt in ihrem Drucke nach unten um so viel zu, als der feste Körper davon verliert

liert, oder als die flüssige Materie wiegt, die in den Raum geht, welchen der Körper einnimmt.

Versuch: Ein metallener Würfel von der Größe eines Cubitzollens wird an einem Faden hängend in Wasser gehalten, das in einem Trinkgase auf einer Waagschaale steht, und an der Waage ins Gleichgewicht gesetzt war. Das Gleichgewicht wird gestört, und das Wasser drückt nun die Waagschaale genau um so viel stärker, als es drücken würde, wenn noch ein Cubitzoll Wasser hinzukäme. Der Faden hat nur noch das respective Gewicht des Würfels zu tragen.

Das Gewicht, was der schwerere feste Körper im Wasser verliert (§. 308.), geht also nicht verloren, sondern wird vom Wasser gewonnen. Es ist nemlich jetzt eben so gut, als ob noch so viel Wasser hinzukäme, als in das Volum des festen Körpers geht; und die Höhe der Flüssigkeit nimmt um so viel in dem Glase zu, als sie zunehmen würde, wenn noch ein Cubitzoll Wasser hinzukäme. Mit der Zunahme der Höhe bei gleicher Grundfläche der Flüssigkeit wächst aber auch der Druck gegen den Boden.

§. 314. Ein fester Körper leichterer Art wiegt weniger, als die flüssige Materie schwererer Art, die mit ihm gleichen Raum erfüllt (§. 191.). Es ist daher schlechterdings unmöglich, daß er darin unter sinken sollte, weil der Klumpen der flüssigen Materie, den er aus der Stelle treiben müßte, stärker drückt, als er selbst, und er muß also darauf schwimmen. Wird aber der leichtere feste Körper auf die Oberfläche der flüssigen Materie gelegt, so muß er sich darin so tiefeintauchen, bis die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit ihm am Gewichte gleich ist. Denn, wenn man ihn auf die Flüssigkeit setzt, so drückt er doch vermöge seines eigenen Gewichts auf die unter ihm stehende Säule der Flüssigkeit, und das Gewicht dieser Säule wird dadurch vermehrt, sie senkt sich also so tief ein, bis sie die Höhe hat, daß sie mit dem darauf liegenden festen Körper

226 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

per das Gleichgewicht mit den benachbarten Säulen der Flüssigkeit hält. Wer sieht also nicht, daß der feste Körper eintauchen müsse, und zwar so tief, bis das aus der Stelle getriebene Wasser eben so viel wiegt, als der ganze Körper?

§. 315. Ein schwererer fester Körper muß sich daher in einerley Flüssigkeit tiefer eintauchen, als ein anderer leichter. Ferner einerley fester Körper muß sich desto tiefer eintauchen, je leichter die Flüssigkeit ist, worin er eingetaucht wird; und feste Körper, die in leichtern Flüssigkeiten sinken, schwimmen in schwerern.

Bestätigung durch Versuche mit gleichen Würfeln von verschiedenen Holzarten, die alle specifisch leichter sind, als Wasser, aber von verschiedenem specifischen Gewichte, die sich in einerley Wasser ungleich tief beim Schwimmen eintauchen.

Versuche mit einem und demselben Würfel von Holz, der sich in Weingeiste tiefer eintaucht, als in Wasser, in dieses tiefer als in Salzsoole.

Versuche mit hohlen Glasugeln, die mit Blei beschwert sind, und in Salzsoole schwimmen, aber in Wasser sinken, oder in Wasser schwimmen, und in Salzsoole sinken.

Anwendung davon auf das Schwimmen eines Schiffes in süßem Wasser und im Seewasser.

§. 316. Man kann aus diesem Grunde die eigenthümlichen Gewichte verschiedener flüssiger Körper (freylic nicht mit der größten Genauigkeit) gegen einander vergleichen, wenn man einerley leichtern festen Körper von einer bequemen Gestalt darin schwimmen läßt, und den Unterschied der Tiefe bemerkt, am welche er sich eintaucht. Wie sich verhalten die Umfänge des eingetauchten Theils, so verhalten sich die eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeiten umgekehrt. Hierauf gründet sich die Einrichtung

lung der Aräometer (araeometra), oder der sogenannten Salz-, Wasser-, Bier- und Brandweinswaagen.

Um z. B. eine Salzsoolenwaage vorzurichten, die durch ihr Eintauchen gleich den Gehalt der Soole an Salz in einer Berliner Kanne angeben soll, löset man erst ein Loth Kochsalz in destillirtem Wasser auf, und setzt noch so viel Wasser zu, bis alles genau eine Kanne ist. Man läßt den Aräometer darin senkrecht schwimmen, und merkt genau die Stelle, wo er aus dem Niveau der Flüssigkeit hervorragte. Man bezeichnet sie mit 1. Man löset ferner 2 Loth Kochsalz im destillirten Wasser auf, und schüttet soviel Wasser nach, daß das Ganze das Volum einer Kanne hat. Man setzt den gehörig abgetrockneten Aräometer wieder hinein, merkt sich die Stelle, wo er beim senkrechten Schwimmen aus der Fläche der Flüssigkeit hervorragt, und bezeichnet sie mit 2. und so fährt man fort, von Loth zu Loth, bis die Soole gesättigt ist. Es ist hierbey wohl zu merken, daß man nie das Salz in einer schon abgemessenen Kanne Wasser auflösen muß; denn dadurch würde das Volum beider nachher mehr betragen, als Eine Kanne.

Da indessen die natürlichen Salzsoolen außer dem Kochsalze immer noch andere Salze und Erden enthalten, als Gyps, luftsaure Kalkerde, salzsaure Kalk- und Bittererde, die doch auch das specifische Gewicht der Flüssigkeit vermehren; so sieht man leicht, daß die Aräometer nach voriger Art gradirt keinesweges genau den Gehalt der natürlichen Salzsoole an Kochsalz, sondern immer zu groß angeben.

§. 317. Wenn ein fester Körper auf einer Flüssigkeit schwimmen soll, so ist gerade nicht nöthig, daß alle seine Theile ein geringeres eigenthümliches Gewicht haben, als die Flüssigkeit; sondern es ist nur nöthig, daß die Materie in dem ganzen Volum des Körpers nicht so viel wiegt, als ein gleich großes Volum der Flüssigkeit. Es können daher sehr wohl schwerere feste Körper in leichtern Flüssigkeiten zum Schwimmen gebracht werden, wenn sie mit andern ungleichartigen verbunden werden, die specifisch leicht-

ter sind; als die Flüssigkeit, in dem Maße, daß der Raum dieser Verbindung nicht so viel wiegt, als ein eben so großer Raum, der mit der Flüssigkeit erfüllt ist.

Hierauf beruhet das Schwimmen beladener Schiffe, der Menschen auf Blasen, auf Schwimmhäuten, Vinsen u. d. gl., der Mechanismus des Aufsteigens und Niederstehens der Fische im Wasser; die Art Schiffe in leichte Häfen zu bugiren; das Emporkommen der Leichname Ertrunkener, das Schwimmen metallener und gläserner Kugeln, der Bouteillen, der Pontons, u. d. gl.

Von diesem bisher erwähnten Schwimmen der festen Körper auf specifisch schwerern Flüssigkeiten, dem *innatare fluido*, oder dem französischen *Flotter*, ist das *Natare* und *Nager*, oder das Schwimmen, wie der Menschen und Thiere auf Wasser durch Hülfe eigener Bewegungen zu unterscheiden. Diese letztere Art des Schwimmens beruhet auf dem Widerstande, welchen die Theile der Flüssigkeit bey ihrem Verrücken aus der Stelle, entgegensetzen; und so schwimmen die Vögel in der specifisch leichtern Luft dadurch, daß sie mit ihren Flügeln die Lufttheilchen schneller schlagen, als diese auszuweichen im Stande sind. Eben darauf beruhet der Mechanismus des Schwimmens der Menschen und vierfüßigen Thiere im Wasser. Daß die letzteren leichter schwimmen, als Menschen, hat vorzüglich in der Stellung ihres Kopfs und dem Ligamento Nuchae seinen Grund, wodurch sie nicht genöthigt werden, einen Theil ihrer Muscularkraft dahin zu verwenden, wohin ihn der Mensch verwenden muß, nemlich den Kopf aus dem Wasser bey der horizontalen Lage des Körpers hervorragend zu machen. — Uebrigens läßt sich leicht

den Wasservolums, als er aus der Stelle drängt; abwärts zu dem Gewichte des Theils von ihm, der noch hervorraagt.

Da sich bey'm Hineintreten ins Wasser die Lage des Schwerpunkts des Körpers nach oben in den Theil des Körpers erhebt, der noch hervorraagt, so wird das durch die Gefahr des Umschlagens im Wasser gar sehr vermehrt, wenn man nur bis an den Leib oder bis an die Brust im Wasser geht. Auf diesen Umstand müßte bey'm Baden in der That sehr Rücksicht genommen werden; und Personen, die nicht schwimmen können, müßten sich nur an leichten Stellen sitzend oder liegend baden. Man lese hierüber einen Aufsatz des Hr. Hofr. Wbell im Neuen hannoverschen Magazin 1792. St. 32. Beispiele von Menschen, die meist eben so schwer, als Wasser, und er ist noch leichter, als dasselbe waren, sehe man bey Robertson (in den Philosoph. Transact. Vol. L. S. 30.). Das Beispiel von Paolo Noccia, der zwar 300 neapolitanische Pfunde wog, aber doch noch 30 Pf. leichter war, als ein eben so großes Volum von Wasser, erzählt Karsten (Lehrbegriff der gesammten Mathemat. Th. III. Hydrostat. §. 31.)

§. 318. Die Kräfte, mit welchen gleich große feste Körper von schwererer Art in einer specifisch leichtern Flüssigkeit zu Boden sinken, verhalten sich wie ihre respectiven Gewichte (§. 307.); und die Kräfte, mit welchen verschiedene specifisch leichtere feste Körper von gleichem Umfange in einer specifisch schwerern Flüssigkeit emporsteigen, verhalten sich wie die Differenzen des Gewichts der festen Körper und der flüssigen Materie, die aus der Stelle getrieben wird. Das Aufsteigen und das Niedersinken geschieht mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit.

Es gründet sich hierauf auch die Berechnung der Ladung, die ein Schiff tragen kann, wenn es sich bis zu einer gewissen Tiefe eintauchen soll. (M. L. Gehlers physik. Wörterb. Th. III. S. 938.).

§. 319. Die schönste Anwendung finden die bisher vorgetragenen Sätze von dem Drucke der tropfbaren

baren

haren flüssigen Körper auf feste in ihnen eingetauchte, (§. 307. ff..) an dem darauf sich gründenden Verfahren, das eigenthümliche Gewicht fester und flüssiger Körper unter einander zu vergleichen. Das vorzüglichste Werkzeug hiezu ist die hydrostatische Waage, die sich eigentlich von einer gewöhnlichen Waage nur durch ihre größere Empfindlichkeit auszeichnet, sonst aber zu der Absicht, feste oder flüssige Körper damit in flüssiger Materie abzuwägen, eine eigenthümliche bequemere Einrichtung haben muß.

§. 320. Zur Vergleichung des eigenthümlichen Gewichtes mehrerer Körper unter einander muß man das eigenthümliche Gewicht irgend eines Körpers zur Einheit annehmen. Man wählt dazu am bequemsten reines destillirtes Regen- oder Schneewasser, dessen Temperatur man aber nothwendig, so wie der andern zu untersuchenden Körper, bestimmen muß, weil sich die Dichtigkeit der Körper, wie im Folgenden weiter dargethan wird, nach der verschiedenen Temperatur sehr verändert.

Nothige Erinnerungen, wegen des Aufhängens der festen Körper an die hydrostatische Waage. Man wählt dazu Pferdehaar, dessen eigenthümliches Gewicht von dem des Wassers nicht sehr verschieden ist.

§. 321. Um das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes verschiedener flüssiger Körper gegen reines Wasser zu finden, wiegt man einen festen Körper (einen solchen, der von den Flüssigkeiten nicht angegriffen oder aufgelöst wird, am besten eine massive Glasugel,) erst in der Luft ab, versenkt ihn dann in das Wasser, merkt genau den Verlust, welchen er von seinem absoluten Gewicht erleidet, trocknet ihn dann wieder gehörig ab,
und

und bestimmt mit gleicher Sorgfalt den Verlust, welchen er in den andern zu untersuchenden Flüssigkeiten erleidet. Das Gewichte, was ein und eben derselbe feste Körper in einer jeden andern flüssigen Materie verliert, durch das dividirt, was er im Wasser verliert, giebt das eigenthümliche Gewicht der flüssigen Materie gegen das zur Einheit angenommene eigenthümliche Gewicht des reinen Wassers.

Man findet nemlich durch dies Verfahren das absolute Gewicht der verschiedenen Flüssigkeiten und des reinen Wassers, bey gleichem Volum, nemlich bey dem Volum des eingetauchten festen Körpers; oder der Verlust desselben von seinem absoluten Gewichte in den Flüssigkeiten ist das Gewicht dieser Flüssigkeiten bey seinem Volum (§. 308.). Die specifischen Gewichte dieser Flüssigkeiten verhalten sich folglich wie diese absoluten Gewichte, oder, wie der Verlust des festen Körpers in denselben.

§. 322. So kann man auch dadurch finden, wie groß das absolute Gewicht eines gewissen gegebenen Volum einer Flüssigkeit sey, wenn man einen schweren festen Körper von diesem gegebenen Volum (oder dessen Volum man weiß) in der Flüssigkeit abwägt, und den Verlust desselben darin merkt. Denn der feste Körper verliert so viel von seinem absoluten Gewicht, als die Flüssigkeit wiegt, die mit ihm einen leeren Raum erfüllt (§. 308.).

Nach wiederholten Versuchen, die ich mit dem sel. Hrn. Hofr. Karsten angestellt habe, wiegt ein rheinländischer Decimalkubitzoll reines destillirtes Wasser bey 60 bis 70 Grad Fahrenh. 502½ Gran köln. oder 492½ Gran zu Medicinalgewicht; ein rheinl. Cubitzuß Wasser von der genannten Temperatur wiegt also im köln. Gewicht 502687½ Gran, oder 65 Pfund, 14 L. 2 Q. 7½ Gr.; im deutschen Medicinalgewicht aber (das Pfund zu 16 Unzen) 64 Pfund, 1 Unze, 3 Drachmen, 8 Scrupel, 9½ Gran. (Karsten Anleit. zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur §. 42.)

§. 323.

§. 323. Um das eigenthümliche Gewicht schwerer fester Körper gegen das Wasser zu vergleichen, so wiege man den Körper zuerst in der Luft, und bestimme dann genau den Verlust, den er ins Wasser versenkt leidet. Sein absolutes Gewicht, durch das Verhältniß seines eigenthümlichen Gewichts gegen das zur Einheit angenommene des Wassers.

§. 324. Körper, welche sich im Wasser auflösen lassen, wiegt man entweder im stärksten Weingeiste oder in Terpentinöle ab, auf eben die Art, wie im Wasser. Weiß man nun das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes dieser Flüssigkeiten gegen das eigenthümliche Gewicht des Wassers (was man nach §. 321. suchen kann), so kann man auch leicht das eigenthümliche Gewicht des festen Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Wassers durch Rechnung finden.

§. 325. Um kleine Stücke oder ein grobes Pulver von einem Körper, dessen eigenthümliches Gewicht größer ist, als das des Wassers, in Rücksicht des Verhältnisses dieser eigenthümlichen Gewichte zu untersuchen, so kann man so verfahren: Man bringe einen kleinen gläsernen Eimer, oder eine kleine gläserne Phiole, die recht trocken ist, an der hydrostatischen Waage ins Gleichgewicht, thue den festen Stoff hinein, merke sein absolutes Gewicht, fülle das Gefäß mit destillirtem Wasser voll, bemerke das Gewicht von beiden zusammen, ziehe von der Summe das Gewicht der festen Masse ab, der Rest giebt das Gewicht des Wassers an. Man leere den gläsernen Eimer aus, reinige ihn, fülle ihn wieder mit
destill

destillirtem Wasser eben so hoch an als vorher, und bestimme das Gewicht des Wassers. Das Gewicht des Wassers von dem Gewichte des Wassers bey der ersten Operation abgezogen, giebt im Reste das Gewicht des Wassers an, das vorher mit dem festen Körper einerley Raum einnahm. Das absolute Gewicht des festen Körpers, durch das dividirt, was ein eben so großer Wasserklumpen wiegt, giebt das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichts des festen Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Wassers. — Oder man bestimme erst den Verlust des Eimers im Wasser, wiege darauf den festen Körper darin ab, merke sein absolutes Gewicht, versenke den Eimer ins Wasser, merke seinen Verlust, und ziehe hieron den Verlust des Gewichts des Eimers ab, so giebt der Rest den Verlust des festen Körpers allein an; und also, nach dem Vorhergehenden, leicht das Verhältniß seines eigenthümlichen Gewichtes gegen das Wasser.

Eine andere Methode, das eigenthümliche Gewicht kleiner Stücke eines festen Körpers durch Aërometer zu bestimmen, hat Hr. Bergenstierna (Schwedische Abhandl. B. XXXVII. S. 121.). Hieher gehört auch Hrn. Nicholsons hydrostatische Waage. (M. s. Beschreibung eines bequemen Instruments zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Mineralien, von Hrn. Lamy, in Grens Journal d. Phys. B. V. S. 302.)

§. 326. Aus dem, was ein fester Körper von seinem absoluten Gewichte in einer flüssigen Materie verliert, kann man auch sehr leicht die Größe des festen Körpers im Cubikmaaß finden, wenn man das absolute Gewicht der Flüssigkeit, das in einem gegebenen Cubikmaaß enthalten ist, weiß. Wenn ich z. B. weiß, was ein Cubitzoll reines Wasser wiegt, so ist der feste Körper so viel Cubitzolle groß, als das

Ge

Gewicht eines Cubifzoll's Wasser in dem Verluste seines absoluten Gewichtes in diesem Wasser enthalten ist.

§. 327. Um Körper, welche specifisch leichter sind, als Wasser, ihrem eigenthümlichen Gewichte nach gegen das Wasser zu vergleichen, so kann man einen specifisch schwerern damit verbinden, den Verlust beider im Wasser. bemerken, und den Verlust des schwerern allein hernach von dem Verluste des Ganzen zusammen abziehen, so wird der Rest angeben, wie viel das Wasser wiegt, das mit dem leichtern einerley Raum erfüllt. Das absolute Gewicht des leichtern, durch das Gewicht dieses gleich großen Volums vom Wasser dividirt, giebt alsdann das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes des leichtern festen Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Wassers.

§. 328. Wenn der Körper aus mehreren mit einander verbundenen Körpern von ungleichem eigenthümlichen Gewichte besteht, so erfährt man durch das Wasserwägen nur das mittlere specifische Gewicht, oder dasjenige, welches aus der gleichförmigen Vertheilung der aggregirten Stoffe in dem Innern begriffe des Körpers entspringen würde.

§. 329. Andere Bestimmungsarten des eigenthümlichen Gewichtes der Körper sind außer der bisher vorgetragenen Methode 1) durchs Wasserwägen (§. 319—327.) 2) die unmittelbare Vergleichung des absoluten Gewichtes bey gleichem Volum der Körper (§. 294.). Bey festen Körpern würde dies Verfahren nicht immer anwendbar, und vielen Flüssigkeiten

Minern unterworfen seyn; bey flüssigen Körpern geht es noch eher an, wenn man einenlen Gefäß damit nach einander gleich hoch anfüllt, und denn darin abwiegelt. Indessen ist diese Methode doch leicht Fehlern unterworfen, hauptsächlich wegen des Anhängens der Flüssigkeit an die Wände des Gefäßes. Das von Leutmann angegebene Verfahren ist dem von Homberg vorgeschlagenen noch vorzuziehen. 3) Die Vergleichung der Höhen verschiedener Flüssigkeiten in zusammenhängenden Röhren (§. 304.), was nur bey solchen anwendbar ist, die sich nicht auflösen, und auch wegen des ungleichen Anhängens gar keinen sichern Maasstab gewährt. 4) Die Vergleichung der Höhen der Flüssigkeiten, zu welchen sie durch gleichen Druck der Luft gehoben werden, nach Hrn. Richards Vorschlag (§. 305. Anm.), der aber auch seine Schwierigkeiten hat, und den Fehlern der vorigen Methode unterworfen ist. 5) Die Anwendung der Aräometer (§. 316.) mit unveränderlichem Gewicht die auch vergleichbar gemacht, und zur Angabe der Größe des Verhältnisses der specifischen Gewichte eingerichtet werden können, wozu Lillet, le Roy und De Luc Methoden angegeben haben. 6) Die Anwendung der Aräometer mit veränderlichem Gewicht, wovon Hr. Wille weitläufiger gehandelt hat, und die sich auch für feste Körper anwenden lassen, wovon Nicholsons Wasserswaage (§. 325. Anm.) ein Beispiel giebt. 7) Die Ausmessung des Theils, um welchen sich ein schwimmender fester Körper in eine Flüssigkeit eintaucht (§. 316.), die aber nie genau seyn kann. 8) Ganz unzuverlässig ist die Methode, nach welcher man bestimmt, mit welchem Druck specifisch leichtere feste Körper von specif

specifisch schwereren flüssigen: bey'm Untertauchen em-
porgehoben werden.

- (2) Homberg, in den Mém. de l'acad. roy. des sc. 1699. S. 46. Leutmann, in den Commentar. petro-
polit. T. V. S. 275. §. 6. 7.
(5) Tillet, in den Mém. de l'acad. roy. des sc. 1768.
S. 450. Le Roy, ebendas. 1770. S. 528. De Luc,
in den Philos. Transact. Vol. LXVIII. S. 500. und
im Journal de Physique T. XVIII. S. 480. Van
Swincken position. physic. T. II. P. I. S. 47. ff.
(6) Wilke, in den schwedischen Abhandl. B. XXXII;
S. 272.

§. 330. Das eigenthümliche Gewicht mehrerer
bekannter Körper gegen das zur Einheit angenommen-
ne des Wassers ist folgendes:

| | | |
|-------------------|--------|---------------|
| Platina del Pinto | 20,000 | } (Siedingen) |
| | 21,061 | |
| Gold | 19,640 | (Muschbroef) |
| | 19,258 | (Briffon) |
| Quecksilber | 14,110 | (Muschbr.) |
| Bley | 11,352 | — |
| Silber | 10,552 | (Bergmann) |
| Wismuth | 9,670 | — |
| Nickelkönig | 9,000 | — |
| Kupfer | 8,876 | — |
| Messing | 8,395 | (Briffon) |
| Arsenikkönig | 8,308 | (Bergmann) |
| Eisen | 7,800 | — |
| Stahl | 7,767 | (Musch.) |
| | 7,833 | (Briffon) |
| Kobalbkönig | 7,700 | (Bergm.) |
| Zinn | 7,264 | — |
| | 7,291 | (Briffon) |
| Zink | 6,862 | (Bergm.) |
| Spießglaskönig | 6,860 | — |
| Braunsteinkönig | 6,850 | — |
| Reine Schwererde | 3,733 | (Bergm.) |
| — Kalkerde | 2,720 | — |
| — Bittersalzerde | 2,155 | — |

| | | |
|-----------------------|-----------|--------------|
| Kieselerde | 1,975 | (Bergmann) |
| Alaunerde | 1,305 | — |
| Schwerstein | 6,066 | (Briffon) |
| Schwerspath | 4,000 | — |
| | bis 4,496 | (Bergm.) |
| Flußpath | 3,155 | — |
| | bis 3,191 | (Briffon) |
| Birkon | 4,416 | — |
| Aquamarin | 3,548 | — |
| Prasern | 2,580 | — |
| Feuerstein | 2,581 | — |
| Stangenschörl | 3,363 | — |
| Zeolith | 2,073 | — |
| Chalcedon | 2,664 | — |
| Russisch Glas | 2,791 | — |
| Nechstein | 2,669 | — |
| | bis 2,049 | — |
| Granat, böhm. | 4,360 | (Muschbroek) |
| Sapphir | 4,090 | — |
| — orientalischer | 3,562 | — |
| Diamanten | 3,517 | — |
| Topas, sächsischer | 3,450 | — |
| Chrysolith | 3,360 | — |
| Carniol | 3,290 | — |
| Rubin | 3,180 | — |
| Lasurstein | 3,054 | — |
| Emeragd | 3,095 | — |
| Turmalin | 2,952 | — |
| | bis 3,250 | — |
| Bergkrystall | 2,650 | — |
| Isländischer Krystall | 2,720 | — |
| Hyacinth | 2,613 | — |
| Jaspis | 2,666 | — |
| Opal | 1,958 | — |
| | bis 2,075 | — |
| Reiner Quarz | 2,763 | — |
| Selenit | 1,870 | — |
| | bis 2,320 | — |
| Gemeiner Kiesel | 2,542 | — |

238 I. Theil. 3. Abschnitt. 2. Hauptstück.

| | | | |
|----------------------------|-------|--------------|--|
| Gemeines Bouteillenglas | 2,642 | (Briffon) | |
| Weißes Krystallglas | 2,892 | — | |
| Flintglas | 3,329 | — | |
| Chinesisches Porcellain | 2,384 | — | |
| Bitriolsäure, concentrirte | 2,125 | (Bergmann) | |
| Gemeines Bitriolöl | 1,700 | — | |
| Concentrirtes | 3,827 | — | |
| Concentrirte Salpeters. | 1,580 | — | |
| — Küchensalzsäure | 1,150 | — | |
| Flußspathsäure | 1,500 | — | |
| Berglaste Phosphorsäure | 2,687 | — | |
| Sedativsalz | 1,480 | — | |
| Destillirter Essig | 1,011 | (Muschbroek) | |
| Arseniksäure | 3,391 | (Bergmann) | |
| Weißer Arsenik | 3,706 | (Muschbroek) | |
| Bitriolisirter Weinstein | 2,298 | — | |
| Glaubersalz | 2,246 | — | |
| Salpeter | 1,900 | — | |
| Rhomboidsalpeter | 1,869 | — | |
| Reines Kochsalz | 1,918 | — | |
| Steinsalz | 2,143 | — | |
| Digestivsalz | 1,836 | — | |
| Reiner sublimirter Salmiak | 1,420 | — | |
| Borax | 1,720 | — | |
| Alaun | 1,714 | — | |
| Blüßucker | 2,395 | — | |
| Englischer Bitriol | 1,880 | — | |
| Zinkbitriol | 1,900 | — | |
| Weißer Zucker | 1,606 | — | |
| Steinkohle | 2,240 | — | |
| Judenpech | 1,400 | — | |
| Bernstein | 1,065 | — | |
| Gagath | 1,203 | — | |
| Schwefel | 1,800 | — | |
| Naphtha | 0,708 | (Kirwan) | |
| Alkohol | 0,815 | (Muschbroek) | |
| Bitrioläther | 0,732 | — | |
| Weißer Franzwein | 1,020 | — | |
| Brantignac | 1,028 | — | |

Mal

| | | |
|-------------------------|----------------|----------------|
| Kassaga | 1,015 | (Muschelbrock) |
| Rother Capwein | 1,018 | — |
| Weißer | 1,039 | — |
| Pontac | 0,993 | — |
| Champagner | 0,962 | — |
| Moseler | 0,916 | — |
| Rheinwein | 0,999 | — |
| Kindertalg | 0,955 | — |
| Hammeltalg | 0,943 | — |
| Schweineschmalz | 0,954 | — |
| Gelbes Wachs | 0,960 | — |
| Weißes Wachs | 0,966 | — |
| Baumöl | 0,913 | — |
| Leinöl | 0,928 | (Brandis) |
| Rübsaamöl | 0,902 | — |
| Cacaobutter | 0,910 | — |
| Weißes Mohnöl | 0,922 | — |
| Süßes Mandelöl | 0,928 | (Muschelbrock) |
| — | 0,911 | (Brandis) |
| Destillirtes Nesselöl | 1,034 | (Muschelbrock) |
| — Pommeranzöl | 0,888 | — |
| — Zimmtöl | 1,035 | — |
| — Cassiaöl | 1,094 | — |
| — Rosmarinöl | 0,934 | — |
| — Fenchelöl | 0,997 | — |
| — Wacholderöl | 0,911 | — |
| — Krausemünzöl | 0,975 | — |
| — Terpentinöl | 0,792 | — |
| Aloe | 1,358 | — |
| Arabisches Gummi | 1,735 | — |
| Pech | 1,150 | — |
| Kampfer | 0,996 | — |
| Phosphorus | 1,714 | (Gren) |
| Indianisches Cedernholz | 1,315 | (Muschelbrock) |
| Burbaumholz | 1,328 u. 0,919 | — |
| Brasilienholz | 1,031 | — |
| Ebenholz | 1,209 | — |
| Bernambukholz | 1,014 | — |
| Franzosenholz | 1,333 | — |

| | | | | |
|----------------------------|---|---|-------|----------------|
| Machagonnholz | • | • | 1,063 | (Muschelbrock) |
| Griessholz | • | • | 1,200 | — |
| Altes Eichenholz | • | • | 1,666 | — |
| Eichenholz vom Stamme | • | • | 0,929 | — |
| Eichenholz von grünem Aste | • | • | 0,870 | — |
| Rhodiserholz | • | • | 1,125 | — |
| Weißes Sandelholz | • | • | 1,041 | — |
| Roths — | • | • | 1,128 | — |
| Campecheholz | • | • | 0,913 | — |
| Büchenholz | • | • | 0,852 | — |
| Gelbes Sandelholz | • | • | 0,809 | — |
| Erlenholz | • | • | 0,800 | — |
| Ahornholz | • | • | 0,755 | — |
| Eichenholz | • | • | 0,734 | — |
| Apfelholz | • | • | 0,793 | — |
| Pflaumenholz | • | • | 0,785 | — |
| Haselnholz | • | • | 0,600 | — |
| Birnenholz | • | • | 0,661 | — |
| Ulmenholz | • | • | 0,600 | — |
| Lindenholz | • | • | 0,604 | — |
| Weidenholz | • | • | 0,585 | — |
| Bachholderholz | • | • | 0,556 | — |
| Sassafrasholz | • | • | 0,482 | — |
| Tannenholz | • | • | 0,550 | — |
| Pappelnholz | • | • | 0,383 | — |
| Korkholz | • | • | 0,240 | — |
| Eis | • | • | 0,916 | — |
| Reines Wasser | • | • | 1,000 | — |

Muschelbrock introd. ad philos. nat. T. II. §. 1417. Pes-
santeur spécifique des corps — par Mr. Brisson, à Pa-
ris 1787. 4.

Von verschiedenen Luftarten giebt Hr. Lavoisier fol-
gende Bestimmung:

Ein parisi. Duodezimal: Cubitzoll

| | | | | |
|---------------------------|---|---|---------|----------------|
| atmosphärische Luft wiegt | • | • | 0,46005 | Grän. (franz.) |
| Stickluft | • | • | 0,44444 | • |
| Lebensluft | • | • | 0,50694 | • |
| brennbare Luft | • | • | 0,03539 | • |
| Luftsäure | • | • | 0,68985 | • |
| Salpeterluft | • | • | 0,54690 | • |
| Wichtig alkalische Luft | • | • | 0,27488 | • |
| Schwefelluft | • | • | 1,03820 | • |

Ich erinnere hier, daß die französische Unze zu 8 Gros, das Gros zu 72 Grän gerechnet ist.
Lavoisier traité élémentaire. T. II. S. 572.

§. 331. Man kann von dieser Tabelle allerley nützliche Anwendungen machen. Denn außerdem, daß sich durch Vergleichung des gefundenen eigenthümlichen Gewichts einer gegebenen Substanz mit dem in dem Verzeichniß angegebenen auf die Reinheit oder Mächtigkeit derselben in vielen Fällen schließen läßt, kann man auch dadurch das Gewicht des Cubikzollens, oder des Cubikfußes der darin angegebenen Materien finden, wenn man die Zahl, die ihr specifisches Gewicht angiebt, mit dem Gewicht des Cubikzollens oder Cubikfußes Wasser (§. 322.) multiplicirt. So z. B. wiegt ein Cubikfuß (rheinl.) Wasser 502687½ Gr. Edlknisches Gewicht; folglich wiegt ein Cubikfuß Quecksilber $14,110 \times 502687,5$ Grän = 923 Pf. 27 L. 3 Q. 20,625 Gr. (edlkn.)

Hierher gehört auch das sogenannte Archimedeische Problem. Nach Vitruv's Erzählung (de architectura Lib. 9. Cap. 3.) hatte sich der König Hiero zu Syracus eine goldene Krone machen lassen, und kam auf den Verdacht, daß ihm der Goldarbeiter dabei einen Theil Gold entwendet und dagegen eben so viel Silber dem Golde zugesetzt habe. Archimedes sollte prüfen, ob der Verdacht gegründet sey, und er habe durch Wasserwägen den Betrug bestimmt, und das Verhältniß des Goldes zum Silber in der Krone

von $\rho\chi\sigma\upsilon\mu\epsilon\tau\epsilon\tau\alpha$ zu ermitteln, und entsprochen hält daher Befehl aber, zusammen so würde sich en Gewichte en Gewichte enthümlichen sind. Denn Metalle vor v, die abso-
 lud

luten Gewichte P , p heißen, so ist das eigenthümliche Gewicht nach der Vermischung, oder $\Delta = \frac{DV + dv}{V + v}$, und $P : p = D (\Delta - d) : d (D - \Delta)$.

Wenn nun die Krone des Hiero 20 Pf. schwer gewesen ist, und beim Abwägen im Wasser 12 Pf. verloren hätte, so wäre ihr eigenthümliches Gewicht, oder $\Delta = 16,00$ gegen das Wasser gewesen. Das eigenthümliche Gewicht des reinen Goldes, oder D , hätte = 19,64 seyn müssen. Setzen wir nun, daß der Zusatz Silber gewesen wäre, so wäre $d = 10,55$. Es war also nach obiger Formel das Gewicht des Goldes, oder P , zu dem Gewicht des Silbers oder p in der Krone = $19,64 (16,00 - 10,55) : 10,55 (19,64 - 16,00) = 107,038 : 38,402$. Es bestanden also 145,440 Theile des gemischten Goldes aus 107,038 Theilen feinem Golde und 38,402 Theilen Silber. Wenn wir nun nach der Regel de tri so ansetzen:

145,440 Pf. schlecht Gold enthalten 107,038 Pf. feins Gold, was 20 Pf. ? so erhalten wir 14,719 Pf. feins Gold, die mit 5,281 Pf. Silber vermischt die 20 Pf. der Krone ausgemacht haben.

Da aber die Metalle bey ihrem Zusammenschmelzen mehr oder weniger in einander greifen, und nicht mehr die Dichtigkeit behalten, die sie der Berechnung zu Folge haben sollten, so sieht man leicht, daß jene Formel nicht die Verhältnisse der Quantitäten in der Mischung angeben kann, wenn man nicht weiß, wie sich das Verhältniß ändert. Auch läßt sie sich nicht bey der Zusammenschmelzung von mehr als zwey Metallen anwenden. Man s. S. 171., und die das. angef. Schriften.

Wenn man Kochsalz in Wasser auflöst, so ist der Raum, welchen die Auflösung einnimmt, nicht mehr gleich der Summe der Räume des Kochsalzes und des Wassers. Es sind also eigene Beobachtungen und darauf gegründete Rechnungen nöthig, um aus dem specifischen Gewicht der Salzsolution die Menge des Salzes zu finden, die in einem gegebenen Gewicht der Salzsäule enthalten ist. Lambert (Histoire de l'acad. de Prusse 1762. T. XVIII. S. 27. ff.) hat eine solche Tabelle berechnet.

| Gewicht des Salzes | Eigenthüml. Gewicht der Saule. |
|--------------------|--------------------------------|
| 0 | 1,000 |
| 10 | 1,007 |
| 20 | 1,014 |
| 30 | 1,021 |

| Gewicht des Salzes | Eigenthüml. | Gewicht der Coole |
|--------------------|-------------|-------------------|
| 40 | - | 1,027 |
| 50 | - | 1,034 |
| 60 | - | 1,041 |
| 70 | - | 1,047 |
| 80 | - | 1,054 |
| 90 | - | 1,060 |
| 100 | - | 1,067 |
| 110 | - | 1,073 |
| 120 | - | 1,080 |
| 130 | - | 1,086 |
| 140 | - | 1,093 |
| 150 | - | 1,099 |
| 160 | - | 1,105 |
| 170 | - | 1,111 |
| 180 | - | 1,117 |
| 190 | - | 1,123 |
| 200 | - | 1,129 |
| 210 | - | 1,135 |
| 220 | - | 1,141 |
| 230 | - | 1,146 |
| 240 | - | 1,152 |
| 250 | - | 1,158 |
| 260 | - | 1,163 |
| 270 | - | 1,169 |
| 280 | - | 1,175 |
| 290 | - | 1,180 |
| 300 | - | 1,185 |
| 310 | - | 1,191 |
| 320 | - | 1,196 |
| 330 | - | 1,201 |
| 336,8 | - | 2,2047 |

Besezt, die Coole ist in ihrem eigenthüml. Gewichte 2,175, so füllen 1175 Gr. derselben so viel Raum, als 1000 Gr. Wasser, und es sind in diesen 1175 Gr. 280 Gran Salz, oder das in ihr befindliche Salz beträgt 711 ihres Gewichtes. Nach der Regel de tri kann man nun leicht finden, wie viel Salz in einem Pfunde solcher Coole sey; denn, wenn 1175 Gr. Coole 280 Gr. Salz enthalten, so sind in 1 Pf. oder 7680 Gr. Coole 1830 Gr. Salz.

244 I. Theil. 3. Abschnitt. 3. Hauptstück.

Eine andere Tabelle hat Watson berechnet:
 Gehalt an Salz. Eigenthüml. Gewicht.

| | | | | |
|----------------|---|---|---|--------|
| 0 | . | . | . | 1,000 |
| $\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,206 |
| $\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,160 |
| $\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,121 |
| 1 | . | . | . | 1,107 |
| $1\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,096 |
| $1\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,087 |
| $1\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,074 |
| 2 | . | . | . | 1,059 |
| $2\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,050 |
| $2\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,048 |
| $2\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,045 |
| 3 | . | . | . | 1,040 |
| $3\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,033 |
| $3\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,029 |
| $3\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,027 |
| 4 | . | . | . | 1,025 |
| $4\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,024 |
| $4\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,023 |
| $4\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,020 |
| 5 | . | . | . | 1,019 |
| $5\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,015 |
| $5\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,014 |
| $5\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,013 |
| 6 | . | . | . | 1,012 |
| $6\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,009 |
| $6\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,007 |
| $6\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,006 |
| 7 | . | . | . | 1,004 |
| $7\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,003 |
| $7\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,0029 |
| $7\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,0023 |
| 8 | . | . | . | 1,0018 |
| $8\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,0017 |
| $8\frac{1}{2}$ | . | . | . | 1,0014 |
| $8\frac{3}{4}$ | . | . | . | 1,0008 |
| 9 | . | . | . | 1,0008 |
| $9\frac{1}{4}$ | . | . | . | 1,0006 |
| 10 | . | . | . | |

Bed.

(Bedmanns Technologie. Götting. 1790. S. 343. f.) Daß, indeffen von diesen Tabellen, die auf künstl. Scoolen berechnet sind, kein genauer und zuverlässiger Schluß auf natürliche Scoolen gemacht werden könne, ist schon oben (§. 316. Anm.) erinnert worden.

D r i t t e s H a u p t s t ü c k . E x p a n s i v k r a f t .

§. 332.

Wenn man sich eine Masse Luft in einer Hülle eingeschlossen, und diese von außen her mit einem begrenzten leeren Raume umgeben denkt, so wird niemand zweifeln, daß, wenn die Hülle nun auf einmal vernichtet werden könnte, die darin enthaltene Luft sich nach allen Seiten zu in dem Raume ausbreiten würde. So lehrt auch die Erfahrung wirklich, daß, wenn ein Antheil Luft in den leeren Raum des Recipienten der Luftpumpe gelassen wird, dieser sich darin nach allen Seiten zu verbreitet.

§. 333. Wenn man ferner in einem unten verschlossenen hohlen metallenen Cylinder, in welchem Luft befindlich ist, einen genau passenden Stempel hinabdrücken will, so fühlt man Widerstand, und man muß desto mehr Gewalt anwenden, je mehr

hat. Falls der Luft zwischen sich, so wird die zusammen von selbst nieder von selbst

Dieser Widerstand wird stattdessen des Cylinders giebt, der Seite, oder

§. 334.

§. 334. Dies Phänomen flüssiger Körper heißt **Expansibilität** oder **Elasticität**, die mit der oben angeführten (§. 123.) Federkraft fester Körper nicht verwechselt werden muß, ob es gleich häufig zu geschehen pflegt. Flüssige Körper, welche dies Phänomen äußern, werden **expansible**, oder **elastische Flüssigkeiten** genannt. Außer der atmosphärischen Luft gehören dazu: alle Lustarten, die Dünste, der Wärmestoff, die Lichtmaterie, das elektrische Fluidum, und ohne Zweifel auch die magnetische Flüssigkeit. Bei den Dünsten ist die Expansibilität nicht permanent, sondern wird durch Druck und Erkältung vernichtet, was bei den Lustarten nicht der Fall ist. Außer den Lustarten und Dünsten läßt sich bei den übrigen, zwar die Ausbreitung nach allen Seiten zu, nicht aber der Widerstand bei der Zusammendrückung durch unmittelbare Versuche zeigen.

§. 335. Auch selbst bei den tropfbaren Flüssigkeiten (§. 129.) äußert sich dies Phänomen in einem Grade, und sie sind keinesweges ganz unelastisch zu nennen, wie wir nun durch Herrn Zimmermanns und Abichs Versuche wissen. Weil indessen ihre Expansibilität nur erst bei der Anwendung einer sehr großen Kraft bemerkbar wird, so schränkt man den Namen der expansibeln oder elastischen Flüssigkeiten nur auf die vorgenannten ein, und un-

Namen der tropfbaren
 & ist die Benennung der
 die eigentlich so genann-
 , weil sie die tropfbaren
 , elastische oder expans-

ible Flüssigkeiten, nicht thut.

Ueber die Elasticität des Wassers, theoretisch und historisch entworfen, vom Hrn. E. A. W. Zimmermann. Leipzig 1779. gr. 8.

§. 336. Wenn dasjenige Kraft heißt, was Widerstand leistet, und das eine bewegende Kraft genannt werden muß, was eine Masse in Bewegung zu setzen strebt, so muß auch die Expansibilität von einer bewegenden Kraft herrühren. Weder die Cohärenz, noch die Schwere kann nach richtigen Begriffen die Ursach der §. 332. 333. erwähnten Phänomenen seyn. Die erstere würde die Ausbreitung der cohärirenden Theilchen nach allen Seiten zu, unfehlbar verhindern; und die letztere würde ihrer Expansion nach oben zu eben so ein Hinderniß seyn. Auch lehrt die Erfahrung, wie in der Folge weiter dargethan werden wird, daß der durch die Schwere bewirkte Druck der Atmosphäre verhindert, daß viele tropfbare Flüssigkeiten als expansible in der Temperatur, worin wir leben, erscheinen, wol aber nach Wegnahme dieses Drucks der Luft auf sie. Es bleibt also keine andere bekannte Kraft als Grundursach übrig, aus der man das Phänomen der Expansibilität als Wirkung ableiten könnte. Daher stehe ich gar nicht an, eine eigene Grundkraft der Natur als den zureichenden Grund davon anzunehmen, die ich Expansivkraft oder Dehnkraft nenne. Eben weil wir diese Kraft nicht weiter zergliedern können, sehe ich sie für eine einfache oder Grundkraft an, wenigstens so lange, bis man ihre Zusammensetzung aus andern bekannten Kräften dargethan haben wird. Ungeachtet wir von dieser Expansivkraft an sich und objective so wenig, als von der Cohärenz und Schwere, etwas wissen, so genügt es uns, das Daseyn dieser Kraft aus unseugbaren Phänomenen zu folgern, und aus

den Gesetzen ihrer Wirkungen ihre Verhältnisse zu bestimmen.

§. 337. Die in der Folge bey der Lehre von der Luft und den Dünsten anzubringenden Untersuchungen werden darthun, daß diese beiden Arten der expansiblen Flüssigkeiten nur durch Hülfe eines andern Stoffs, nemlich des Wärmestoffs expansibel sind, oder daß ihre Expansibilität oder Elasticität eine mitgetheilte ist. Alle Luftarten und Dünste bestehen aus einer ursprünglich nicht expansiblen Basis, und einem expansiven Stoffe, dem Wärmestoff, durch den jene Basis erst expansibel wird, und den Hr. de Luc auch das fortleitende Flüssige (*fluidum deferens*) derselben nennt. Durch Entziehung dieses expansiven Stoffs hören sie auf, expansibel zu seyn. Bey der electrischen Flüssigkeit ist sehr wahrscheinlich das Licht der ursprünglich expansive Stoff, der die andern nicht expansiblen Bestandtheile expansibel macht.

§. 338. Auch die tropfbaren Flüssigkeiten haben ihren geringern Grad der Elasticität oder Expansibilität nur dem Wärmestoff zu verdanken, ohne den sie fest und ohne alle Expansibilität, seyn würden. Selbst ihr Flüssigseyn, d. h. die Unbeträchtlichkeit ihres Zusammenhanges und die große Verschiebbarkeit ihrer Theilchen, ist Folge des Einflusses dieses expansiven Stoffs, durch dessen Dazwischenkunft die Stärke des Zusammenhanges ihrer Grundmassen mehr gemindert wird, und nach dessen Entziehung sie wieder zum Zustande der Festigkeit zurückkehren.

§. 339. Wir hätten diessernach dreyerley Arten des Zustandes der Aggregation bey den bekannten Körpern unsers Erdbodens: nemlich Festigkeit, tropfbare Flüssigkeit, und Expansibilität. Die

ers

erstere ist Folge der Cohärenz, die beiden andern Arten sind Wirkung des Einflusses einer expansiven Kraft, die nach den verschiedenen Graden ihrer Stärke entweder die Cohäsion nur mindert, und das durch tropfbare Flüssigkeit hervorbringt (§. 338.), oder diese ganz in eigentlich so genannte expansible Flüssigkeit verwandelt.

§. 340. Von dem Wärmestoff und der Materie des Lichts läßt es sich nicht, wie von den Lustarten und Dünsten, beweisen, daß sie ihre Expansibilität von einer andern, sinnlich wahrzunehmenden, Materie mitgetheilt erhalten hätten. Wir nehmen also an, daß sie ursprünglich expansiv sind, oder daß die Expansivkraft sie ursprünglich afficire. Aus den Erscheinungen des Wärmestoffs und des Lichtstoffs läßt sich also die Art, wie sich die der Expansivkraft unterworfenen Theilchen bewegen, am besten folgern. Beide sind in ihrem freyen Zustande strahlende Flüssigkeiten, und es bewegen sich Theilchen ihrer Masse von dem Orte aus, wo diese frey wird, nach allen Seiten zu, so wie die Radli einer Kugel vom Mittelpuncte nach der Peripherie zu gehen, und zwar ist diese Bewegung des Lichts und des Wärmestoffs geradlinigt. Beide werden, weil sie elastische Flüssigkeiten sind, nach den oben angeführten Gesetzen (§. 269.) von andern Körpern, von denen sie nicht gebunden werden, reflectirt. Die Geschwindigkeit, mit der ihre Theilchen von der Expansivkraft in Bewegung gesetzt werden, ist so groß, daß die Bewegung instantan, oder ohne Zeit zu seyn scheint, ob sie gleich für sehr große Räume allerdings meßbar ist. Die nähere Bestimmung von der Bewegung und Ausbreitung des Lichts und des Wärmestoffs gehört indessen in die besondere Naturlehre.

§. 341. Schon aus der geradlinigten Ausbreitung des Lichts und des Wärmestoffs bey ihrer Strahlung läßt sich folgern, daß ihre Theilchen nicht dem Schwere unterworfen sind, was auch mit der Ausbreitung des Lichts von der Sonne, und mit der Zurückstrahlung von den Hauptplaneten und Nebenplaneten im Widerspruch seyn würde. Lichtstoff und Wärmestoff sind also inponderable elastische Flüssigkeiten, und sie folgen der Expansivkraft ungehindert im freyen Mittel nach ihrer geradlinigten Strahlung in jeder Richtung. Die Lüstatten und Dünste hingegen, deren Expansibilität nur mitgetheilt ist; und die folglich aus einer wägbaren und an sich nicht expansibeln Basis und dem expansiven Wärmestoff zusammengesetzt sind, besitzen dadurch Gewicht in ihren Theilchen; aber eben dies, daß sie schwer sind, hindert, daß sie keine strahlende Flüssigkeiten bilden können.

§. 342. Schon die Bildung der Lüstatten beweist, daß auch der Wärmestoff der chemischen Verwandtschaft und Cohärenz mit anderen Stoffen unterworfen ist, und die in der Folge anzuführenden Erfahrungen werden darthun, daß beide, Licht- und Wärmematerie, ob sie gleich an sich discrete Flüssigkeiten sind, doch durch die Vereinigung mit andern nicht expansiblen ungleichartigen Stoffen, theils in ihrer Expansibilität geschwächt werden, theils sie auch ganz verlieren, und in den Zustand kommen können, wo sie durchaus aufhören flüssig und expansibel zu seyn.

§. 343. Da das Product, das aus der Verbindung ungleichartiger Stoffe entspringt, eine andere Natur und andere Eigenschaften zeigt, als die einzelnen Bestandtheile vor der Zusammensetzung hatten,

so kann es uns nicht wundern, daß die neuen Verbindungen, die aus der Zusammensetzung so heterogener Dinge, als die expansiven Stoffe in der Natur sind, entspringen, andere Verhältnisse und Eigenschaften besitzen. — So wie aber nun in einem ursprünglich expansiven Stoffe, wie Licht- und Wärmematerie sind; durch die chemische Vereinigung desselben mit einem nicht expansiven, alle seine Expansivkraft gewissermaßen ruhend und unthätig gemacht, oder aufgehoben werden kann; eben so kann auch hinwiederum in den schweren Bestandtheilen, mit denen diese nicht schweren Flüssigkeiten in Zusammensetzung treten, die Schwerekraft derselben ganz ruhend und gewissermaßen aufgehoben werden, so daß das aus beiden zusammengesetzte Product, außer der Cohärenz, keiner andern Grundkraft folgt, und in so fern bloß als träge anzusehen ist. Wir scheint dies letztere nicht wunderbarer, als das erstere.

§. 344. Wirklich lehren auch sehr zahlreiche Erfahrungen, die aber erst in der Folge näher bestimmt werden können, daß, wenn Licht und Wärmestoff mit schweren Substanzen in eine chemische Verbindung treten, diese einen Theil ihres absoluten Gewichts, das sie vor der Zusammensetzung hatten, verlieren, und es wieder erhalten, wenn jene daraus geschieden worden sind. Die Erklärung dieser problematischen Naturerscheinung ließe sich dem Angeführten (§. 343.) zu Folge so geben: Es sey eine Masse schwerer Materie, deren Schwerekraft wir f , und deren Menge schwerer Materie wir M nennen wollen; so ist das Gewicht dieser Masse $P = f. M$. Mit einem Antheil dieser schweren Masse, den wir m nennen wollen, soll sich eine gewisse Quantität des freien Lichts.

Licht- und Wärmestoffs chemisch vereinen, so wird so, wie in diesem die Expansivkraft, die sie ursprünglich afficirt, ruhend gemacht wird, auch in jenem alle Schwerkraft völlig aufgehoben und unthätig gemacht werden können; er wird also zu einer bloß trägen Masse, in Rücksicht jener vorher inhärenten, beschleunigenden Kräfte. Wenn nun dieses so veränderte m mit den übrigen Theilen des M in genaue Vereinigung tritt, so entsteht daraus der Körper Q , der in Ansehung seiner noch übrigen, von der Schwerkraft afficirten, und daher ponderablen Masse wie $M - m$ anzusehen ist. Es hört nun auf den Theil m die Schwerkraft zu wirken auf, und das neue Gewicht p der Masse Q ist also $= f. (M - m) < f. M$ oder P . Die Beschleunigung der Schwere

in Q bleibt dieselbige; denn sie ist jetzt $\frac{P}{M - m} = \frac{f. (M - m)}{M - m} = f$. Es ist nemlich m zu einer bloß

trägen Materie geworden, die durch keine ihr inhärente Kraft nach einer gewissen Richtung zu gehen sollicitirt wird; sie muß also auch ungehindert dem Zuge der Schwerkraft der noch übrigen schweren Theile folgen. Denn weil Trägheit keine Kraft ist, so kann auch eine träge Masse die zu ihrer Bewegung angewandte Kraft nicht vermindern (§. 110.).

Man müßte sehr inconsequent schließen, wenn man in diesen Sätzen meine ehemalige Behauptung von der negativen Schwere des Licht- und Wärmestoffs wieder finden wollte.

Zweiter Theil.
Besondere Naturlehre.

... Erster Abschnitt.

Bestandtheile der Körper der drey Naturreiche.

§. 345.

Die Körper um uns herum, die den Inbegriff unserer Sinnenwelt ausmachen, sind aus mancherley einfachen ungleichartigen Theilen zusammengesetzt, und die außerordentliche Mannigfaltigkeit derselben hängt theils von der Verschiedenheit der Natur dieser einfachen Bestandtheile, theils von den verschiedenen Verhältnissen ab, in welchen sie unter einander vereinigt sind.

§. 346. Wir betrachten hier die Bestandtheile der Körper der sogenannten drey Reiche der Natur, nach ihren merkwürdigsten Verhältnissen, und handeln die allgemeiner verbreiteten einfachen und eigenthümlichen Stoffe, oder gewisse Gattungen derselben, wie Wärmestoff, Lichtstoff, Wasser, Luft, Feuer, electricische Materie, und magnetische Materie, besonders in eigenen Abschnitten in der Folge ab.

§. 347. Mehrere der hier abzuhandelnden Bestandtheile sind zwar nicht den respectiven Körpern eines gewissen Naturreichs ausschließend eigen; indessen hindert das nicht, sie da abzuhandeln, wo die Natur der Sache bey der gewählten Ordnung uns darauf leitet.

Er.

Erstes Hauptstück.

Mineralische Substanzen.

§. 348.

Die Körper des Mineralreichs, oder die unorganischen Körper lassen sich füglich in fünf Classen abtheilen, nemlich Salze, Erden, Metalle, Erdschmelze, und Schwefel. Die beiden letztern können nicht gut zusammen in einer Classe begriffen werden, ob es gleich gewöhnlich ist.

Salze.

§. 349. Salze (*salia, sales*) sind Körper, die sich in 200 mal so viel kochendem Wasser auflösen lassen und auf der Zunge einen merklichen Geschmack hervorbringen. — Da überhaupt die Natur die Körper nicht nach einem System erschuf, da die Stufenfolge der Wesen und die Classification derselben nur subjectiv ist, da es kein natürliches System der Körper giebt, so müssen wir durch künstliche Gränzlinien die natürlichen Körper von einander zu unterscheiden suchen. So laufen die Gränzen der Salze und Erden in der Natur so in einander, daß im Grunde gar keine natürliche Gränzlinie stattfindet, und daß wir eben aus diesem Grunde jenes künstliche Merkmal in die Definition des Salzes zu bringen genöthiget sind.

§. 350. Wir haben von den Salzen sehr viele und mannigfaltige Arten. Sie brauchen nach ihrer verschiedenen individuellen Natur bey gleichem Gewicht ungleiche Quantitäten vom Wasser zu ihrer Auflösung, wenn dieses gesättigt seyn soll; auch ist
bey

Bei einem Salz gewöhnlich die Quantität des Salzes, die sich im Wasser auflösen läßt, nach der Temperatur verschieden. Einige sind so auflöslich im Wasser, und so nahe damit verwandt, daß wir sie gewöhnlich nur im tropfbar flüssigen Zustande als Auflösung im Wasser haben; oder daß sie auch aus der Atmosphäre die Feuchtigkeit bald einsaugen und darin zerfließen.

§. 351. Die mehresten festen Salze scheiden sich aus dem Wasser bei der Verdunstung desselben, oder bei der Aenderung seines Sättigungsgrades durch Aenderung der Temperatur (§. 168.) in bestimmten Formen, als Salzkristalle ab, oder schießen aus dem Wasser an. Von dieser Erscheinung im Allgemeinen ist schon oben (§. 131.) gehandelt worden. Wenn heißes Wasser mehr Salz auflöst, als kaltes Wasser, ehe es damit gesättigt wird, so wird es, wenn es damit gesättigt, oder der Gränze der Sättigung nahe war, beim Abkühlen so viel Salz fallen lassen, als es bei der niedrigeren Temperatur weniger aufgelöst erhalten kann. Um indessen schöne und regelmäßige Kristalle zu erhalten, darf man nicht die Auflösung des Salzes im Wasser in der Hitze ganz sättigen, weil sonst beim Erkalten auch wol alles zu einem unförmlichen Salzklumpen gerinnt. Oft ist das unmerkliche Abdunsten das beste Mittel, die Salzkristalle schön zu gewinnen. Bei Salzen, die, wie z. B. das Kochsalz, vom heißen Wasser nicht viel weniger zu ihrer gesättigten Auflösung brauchen, als vom kalten, ist das Verdunsten des Wassers das einzige Mittel, die Salzkristalle zu erhalten.

§. 352. Alle Salzkrystalle haben mehr oder weniger Wasser in ihrer Mischung, das zwar nicht zum Wesen des Salzes, aber doch zum Wesen der Salzkrystalle gehört. Dies Wasser klebt ihnen nicht mechanisch an, sondern macht einen Bestandtheil der Krystalle derselben aus, und ist darin im Zustande der Festigkeit. Es ist mehr oder weniger stark damit vereinigt, und bey einigen Salzkrystallen kann es nur durch Glühfeuer davon geschieden werden; da hingegen andere es in gelinder Wärme oder auch in warmer und trockener Luft verlieren, wodurch sie ihrer Durchsichtigkeit, ihres Zusammenhanges, und ihrer Form beraubt werden, und in Staub zerfallen oder verwittern.

§. 353. Sonst finden sich unter den Salzen noch andere sehr bemerkenswerthe Unterschiede ihrer Eigenschaften und Verhältnisse, so daß man eigene Ordnungen derselben unterscheiden muß. Ich theile sie ab in einfachere und zusammengesetzte Salze. Zu den erstern gehören als Gattungen: die Säuren und die Alkalien; die Gattungen der letztern sind: Neutralsalze, Mittelsalze, metallische Salze, und süße Salze oder Zucker. Diese letztere Gattung gehört ganz in die organischen Reiche.

§. 354. Säuren (Acida) sind Salze von einem sauren Geschmack, der, weil er ganz sinnlich ist, freylich keine Definition zuläßt. Sie haben noch als wesentliches Kennzeichen die Eigenschaft, gewisse blaue Pflanzensäfte, wie z. B. den Beilsäften und die Lackmustrinctur, roth, und gewisse rothe, z. B. die Tinctur des Fenchambuds, gelbroth zu färben.

§. 355. Bey der auffallenden Verschiedenheit der sauren Salze in mehrern Verhältnissen gegen andere Körper müssen wir mehrere Arten davon unterscheiden.

1) **Vitriolsäure** (*acidum vitrioli*). Sie macht einen Bestandtheil des Eisenvitriols, eines bekannten Salzes, aus, worin sie mit Eisenkalk verbunden ist, und wird, nach der Verjagung des Krystallisationswassers dieses Salzes durchs Brennen desselben, vermittelt einer Destillation gewonnen. Wohlfeiler bereitet man sie auch aus dem Schwefel, worin sie in ihrem wasserfreyen Zustande mit dem Brennstoff verbunden ist. Die stark entwässerte oder concentrirte Vitriolsäure führt den etwas unschicklichen Namen, Vitriolöhl (*oleum vitrioli*), und die mehr mit Wasser verdünnte heißt Vitriolspiritus. Die eigentliche Farbe des Vitriolöhls ist die weiße; das verkäufliche ist gewöhnlich bräunlich, und das aus Vitriol destillirte stößt bey Berührung der Luft weiße Dämpfe aus, verliert aber durchs Kochen in offenen Gefäßen diese Eigenschaft. Das Vitriolöhl ist eine sehr starke Säure, brennt und ägt in die Haut ein; erfordert zum Sieden eine desto größere Hitze, je mehr es concentrirt ist, und läßt sich daher durch Abdunsten in der Wärme concentriren. An der Luft saugt es Feuchtigkeiten daraus ein. Mit Wasser vermischt erhitzt es sich stark. Mit verbrennlichen Dingen, die eine Kohle zu geben im Stande sind, digerirt, wird auch das weißeste Vitriolöhl braun, nimmt einen schweflichten Geruch an, und wird sehr flüchtig.

Die reine, wasserfreye, Vitriolsäure halte ich für einfach. Nach dem System der Chemie des Hrn. Lavoisier ist sie

ſie zuſammengeſetzt, aus Schwefel (*ſoufre*) und dem eigenen Sauerſtoff (*oxygene*), der in allen Säuren (*Acides*) das ſauermachende Princip (*principe acidifiant*) der ſäurewerdenden Baſis (*baſe acidifiable*) ausmacht. Das her heißt ſie bey ihm *Acide fulfurique*.

§. 356. 2) Salpetersäure (*acidum nitri*). Sie macht einen Beſtandtheil des gemeinen Salpeters aus, in welchem ſie mit dem Gewächſalkali des geſättigt iſt. Man gewinnt ſie daraus durch eine Deſtillation vermittelt der Vitriolſäure, die ſie von dem Gewächſalkali, wegen der ſtärkern Verwandtſchaft des letztern zu der Vitriolſäure, daraus entbindet. Die, mit gewöhnlichem Vitriolöhl, auf dieſe Weiſe bereitete, concentrirte Salpetersäure (rauchender Salpetergeiſt, *spiritus nitri fumans*) iſt rothgelb von Farbe, und ſtrömt bey Berührung der Luſt gelbe Dünſte aus. In ihrem reinen Zuſtande iſt ſie aber farbenlos; jene Farbe rührt vom Brennbaren her, das damit verbunden iſt. Sie iſt ſehr ätzend und ſcharf, weit flüchtiger als die Vitriolſäure, hat gegen die Feuchtigkeit der Luſt ebenfalls groſſen Hang, und gegen das Brennbare eine ſehr groſſe Verwandtſchaft.

Wahrscheinlich iſt die Salpetersäure nicht einfach; noch bis jetzt iſt aber ihre wahre Zuſammeneſetzung nicht in das gehörige Licht geſetzt. Nach Hr. Lavoisier beſteht ſie aus dem Stickſtoff (*azote*) und dem Sauerſtoff, und heißt in ſeinem System *Acide nitrique*.

§. 357. 3) Küchenſalzſäure (*acidum muriaticum*). Sie macht einen Beſtandtheil des Küchenſalzes aus, worin ſie mit dem Mineralalkali geſättigt iſt, und wovon ſie auch den Namen hat. Man gewinnt ſie durch Deſtillation aus dem Kochſalze vermittelt der Vitriolſäure, die vom Mineralalkali

affekt desselben stärker angezogen und wodurch jene entbunden wird. In ihrem concentrirten Zustande (rauchender Salzgeist) kößt sie bei Berührung der Luft weißliche Dämpfe aus; ist sehr flüchtig, und wenn sie rein ist, vollkommen wasserhelle und klar. Sie ist nicht so scharf und ägend, als Salpetersäure, und wirkt auf das Brennbare nur schwach.

Die gewöhnliche, durch Vitriolsäure aus dem Küchensalze ausgetriebene, ist allerdings zusammengesetzt, aus Brennstoff und der reinen salzsauren Basis, und diese letztere erscheint in ganz andern Eigenschaften, als die gewöhnliche Küchensalzsäure, wenn ihr durch Braunsrein der damit verbundene Brennstoff entzogen worden ist, wo sie dann dephlogistisirte Küchensalzsäure genannt wird, von der in der Folge gehandelt wird.

Nach Hr. Lavoisiers System besteht die gemeine Salzäure aus dem Sauerstoff und der salzsauren Basis (*radical. muriatique*); und die von uns so genannte dephlogistisirte Küchensalzsäure unterscheidet sich davon durch das Uebermaaß oder größere Verhältniß des Oxygens oder Sauerstoffs. Jene heißt daher *Acide muriatique schwebend*; diese *Acide muriatique oxygéné*.

§. 358. 4) Die Flußspathsäure (*Acidum fluoris minerale*). Sie ist in dem Flußpath, einer eigenen Steinart, mit der Kalkerde verbunden, und wird daraus durch Hülfe der Vitriolsäure entbunden. Sie kößt in ihrem concentrirten Zustande bei Berührung der Luft weiße Dämpfe aus, die wie die Dämpfe der Kochsalzsäure riechen. Sie ist so flüchtig, wie diese, und zeigt überhaupt mit ihr sehr viel Aehnlichkeit; aber sie besitzt die merkwürdige Eigenschaft in ihrem Dampfzustande das Glas und die Kieselerde aufzulösen, und sie so gar in Dampfgestalt mit überzuführen. Durch Verbindung mit Wasser läßt dieser Dampf die Kieselerde größtentheils wieder fallen. Aus diesem Grunde ist die aus gläsernen Gefäßen destillirte Flußpathsäure nicht als reine Säure an-

anzusehen. Man muß sie aus bleyernen Retorten destilliren.

Man kann wegen dieser Eigenschaft der Flußpathsäure damit in Glas äßen.

Die mit Vitriolsäure bereitete Flußpathsäure besteht aus Brennstoff und der flußpathsauren Basis. Nach Hr. Lavoisier ist die Flußpathsäure zusammengesetzt aus der flußpathsauren Basis (*radical fluorique*), und Sauerstoff. Sie heißt bey ihm *Acide fluorique*.

§. 359. 5) Die Borarsäure (*Acidum boracis*). Sie ist im Borage, einem eigenen mineralischen Salze, mit dem Mineralalkali vereinigt, und kann daraus durch andere Säuren auf nassem Wege geschieden werden. Sie läßt sich als ein festes Salz, in glänzenden, weißen, schuppigen, Krystallen zum Anschließen bringen, die einen kaum merklich sauren Geschmack besitzen, im Feuer schmelzen, sich nicht, wie die vorhergehenden Säuren, in expansible Flüssigkeit durch die Hitze verwandeln lassen, und an der Luft beständig sind, ohne durch die Feuchtigkeit derselben zu zerfließen.

Die Borarsäure ist einfach. Nach Hrn Lavoisier ist sie zusammengesetzt, aus der borarsauren Basis (*radical boracique*), und dem Sauerstoff, und heißt *Acide boracique*.

§. 360. 6) Die Phosphorsäure (*acidum phosphori*). Da sie nicht ausschließlich ins Thierreich gehört, sondern auch einen Bestandtheil des Wassereisens, des Apatits, des Eschoppauer grünen Aleysspaths ausmacht, so trage ich kein Bedenken, sie hier mit aufzuführen. Man gewinnt sie aber am gewöhnlichsten aus der Knochenasche, worin sie mit Kalkerde verbunden ist, durch Hülfe der Vitriolsäure, womit die letztere auf nassem Wege näher verwandt ist. Sie ist feuerbeständig, und kann daher als feste Säure dargestellt werden, die im Feuer zu einer Art

Art von durchsichtigem, klaren Glase fließt, aber an der Luft schnell und stark Feuchtigkeit anzieht, und dadurch wieder zerfließt.

In Verbindung mit dem Brennstoff wird sie flüchtig, und liefert damit auch den Phosphorus.

Die Phosphorsäure ist einfach. Nach Hrn. Lavoisier besteht sie aus dem einfachen Phosphor und Sauerstoff, und heißt bey ihm *Acide phosphorique*.

§. 361. 7) Die Arseniksäure (*acidum arsenici*). Sie ist eigentlich der feines Brennbaren vollig beraubte, oder der vollkommene Kalk des Arsenikmetalles. Im weißen Arsenik ist dieses feines Brennstoffs nur zum Theil beraubt, und daher äußert derselbe nur schwache Spuren einer Säure. Durch Hülfe der Salpetersäure, die mit dem Brennstoff näher verwandt ist, wird der in Salzsäure aufgelöste weiße Arsenik, wenn jene darüber abgezogen wird, zu der Arseniksäure. Sie ist ziemlich feuerbeständig, fließt bey mäßigem Glühen klar und helle, und wird bey'm Erstarren milchweiß; an der Luft saugt sie Feuchtigkeiten ein, und zerfließt. In starkem Glühfeuer verwandelt sie sich wieder in weißen Arsenik, und verfliegt als solcher.

Die Arseniksäure ist einfach. Nach Hrn. Lavoisier besteht sie aus Arsenikmetall (*Arsenic*) und Sauerstoff. Er nennt sie *Acide arsenique*.

§. 362. 8) Die Molybdänsäure (*acidum molybdaenicum*). Sie ist ebenfalls der Kalk des Molybdäns oder Wasserbleymetalles, das im gemeynen Wasserbley mit Schwefel verbunden ist. Man gewinnt sie aus dem letztern theils durch Ectiniren, theils auf nassem Wege durch wiederholtes Abziehen der concentrirten Salpetersäure darüber. Sie ist:

ziemlich

ziemlich feuerbeständig, schmelzt im Feuer, vertheilt sich aber beim Zutritt der Luft in einen weißen Rauch. Im kalten Wasser löst sie sich sehr schwer auf, etwas leichter im kochenden. Die Auflösung reagirt als eine Säure.

Die Molybdänsäure ist einfach. Nach Hrn. Lavoisier ist sie aus dem Sauerstoff und dem Molybdänmetall (*molybdène*) zusammengesetzt. Er nennt sie *Acide molybdique*.

§. 363. 9) Die Wolframsäure (*acidum wolframatum*). Sie ist der Kalk des Wolframmetalls (*Scheelium Wernerii*), und im Tungsten oder Schwerstein mit Kalkerde vereinigt. Sie erscheint als ein gelbes Pulver, das sich eigentlich nicht im Wasser auflöst, und das man nur wegen seiner Vereinigung mit Lauge-salzen und Erden zu den Säuren rechnet, wohin es aber doch wol schwerlich gehört.

Es gehört der Wolframkalk, oder, wenn man lieber will, die Wolframsäure zu den einfachen Stoffen. Nach Hr. Lavoisier aber sind Sauerstoff und Tungsten, oder Wolframmetall (*Tungstène*) seine Bestandtheile. Er nennt ihn *Acide tungstique*.

§. 364. 10) Die Bernsteinssäure (*acidum succini*). Man erhält sie durch trockene Destillation des Bernsteines. Sie ist krystallisirbar, und wenn sie von allem anhängenden brenzlichten Oehl befreiet ist, weiß von Farbe, sehr sauer vom Geschmache, im kalten Wasser ziemlich schwer auflöslich; weit leichter im siedenden. Ihre Krystalle sind dreieckig prismatisch mit schief abgestutzten Endspitzen. Im Feuer ist sie flüchtig; an der Luft beständig, ohne zu zerfließen. Da der Bernstein selbst, von dem sie einen Bestandtheil ausmacht, ohne Zweifel den organischen Reichen, und namentlich dem Pflanzenreiche
sein

sein Daseyn zu verdanken hat; so könnte man auch wohl die Bernsteinsäure zu den Pflanzensäuren zählen.

Da die Bernsteinsäure offenbar brennbarhaltig ist, so ist sie auch gewiß zusammengesetzt; es ist aber noch nicht ausgemacht, ob bloß Brennstoff und luftsaure Basis ihre Bestandtheile ausmachen. Hr. Lavoisier läßt sie aus Sauerstoff und der eigenthümlichen bernsteinsäuren Basis (*Radical succinique*) bestehend; die letztere selbst ist nach ihm zusammengesetzt aus Hydrogene und Carbone. Sie heißt in seinem System *Acide succinique*.

§. 365. 11) Die Luftsäure (*acidum aëris fixi*). Wir kennen diese Säure, die nicht nur in sehr vielen erdigten Stoffen des Mineralreichs, sondern auch in allen organischen Substanzen einen Bestandtheil ausmacht, nur als luftförmige, elastische Flüssigkeit (luftsaures Gas), oder als Auflöfung der letztern im Wasser (luftsaures Wasser). Wir werden sie in der Folge, im gasförmigen Zustande, näher betrachten; hier führe ich sie nur, um des Systems willen, als Säure auf. Ihre Acidität ist nur schwach; durch die Lackmustrinctur aber leicht bemerkbar.

Ich halte die Luftsäure, als Basis des luftsauren Gas, für einfach. Hr. Lavoisier sieht sie nach seinem System für zusammengesetzt an, aus dem Sauerstoff, und dem einfachen Kohlenstoff (*carbone*). Deswegen nennt er sie auch *Acide carbonique* (Kohlensäure).

§. 366. Die zweyte Gattung der einfachen Salze (§. 353.) sind die Alkalien oder Laugensalze (*Alcalia*). Sie erregen auf der Zunge einen eigenthümlichen scharfen und brennenden Geschmack, verändern die blaue Farbe verschiedener Pflanzen, z. B. der Viole, in eine grüne, die rothe Farbe verschiedener Pflanzen z. B. des Fernambuchholzes in eine violette, und die gelbe verschiedener Pflanzen z. B.

3. B. der Curcumawurzel in eine braune. Sie vernichten die Wirkungen der Säuren auf eben diese Pflanzenfarben, so wie die Säuren umgekehrt die Wirkungen der Laugensalze darauf aufheben. Sonst äußern sie im Zustande ihrer Reinigkeit gegen die thierische Faser starke auflösende Kräfte, und man schreibt ihnen deswegen auch Verzbarkeit zu.

Violensyrup wird von der Auflösung der Laugensalze grün, Fernambucpapier violet, Curcumapapier braun. Lachmustrinctur, die von einer Säure gerbthet ist, wird von Laugensalzen wieder blau.

§. 367. Wir kennen von dieser Gattung des Salze bis jetzt nur dreÿ Arten, nemlich das Gewächssalkali, das Mineralalkali und das flüchtige Alkali. Das erstere ist freylich eigentlich nur im Pflanzenreiche zu Hause, oder, wenn es ja in mineralischen Gemischen vorkömmt, wie z. B. im Salpeter, so hat es doch darin gewiß dem Pflanzenreiche seinen Ursprung zu verdanken. Indessen handele ich es hier mit ab.

§. 368. 1) Das Gewächssalkali oder vegetabilische Laugensalz (*alkali vegetabile*) wird aus der Asche verbrannter Pflanzen, besonders harter Holzarten, durch Auslaugen, Abrauchen der Lauge und Calciniren des rückständigen Salzes gewonnen. Die sogenannte Pottasche (*cineres clavellati*) ist ein solches, wiewohl sehr unreines, Gewächslaugensalz. Reiner ist das aus dem Weinstein durch Eindampfen desselben und Auslaugen erhaltene Gewächssalkali; das auch den Namen des Weinsteinosalzes (*Sal tartari*) führt. Dieses aus der Asche der Pflanzen oder ihrer Producte gewonnene Gewächssalkali ist indessen, wenn es auch von andern fremdartigen Salzen gerei-

niget

siget ist, doch noch nicht chemisch rein, sondern hat immer Lutsäure bey sich, die man ihm erst durch gekochten Kalk entziehen mag. Von einem solchen, seiner Lutsäure beraubten Gewächssalkali, was man auch ägendes Laugensalz nennt, ist hier die Rede. Dieses Alkali läßt sich zwar durch Glühen trocken darstellen, und ist ein weißes, aber nicht krystallisirbares, Salz, das an der Luft sehr starke Feuchtigkeits einsaugt, und darin leicht zerfließt. Im Glühfeuer schmelzt es, ohne sich zu verflüchtigen oder in eine expansible Flüssigkeit zu verwandeln.

Das Gewächssalkali ist eine einfache Substanz; auch nach dem System des Hr. Lavoisier, nach dem es Potasse heißt.

§. 369. 2) Das Mineralalkali (alkali minérale) kommt zwar auch im Pflanzenreiche vor, und die Soda, die Asche verschiedener, am salzigsten Meeresufer wachsender, Pflanzen enthält dasselbe; aber es ist doch eigentlich im Mineralreich zu Hause. Im Zustande seiner chemischen Reinigkeit, ohne Lutsäure, ist es, wie das Gewächssalkali, nicht krystallisirbar, läßt sich zwar auch durch die Hitze zu einem trocknen, weißen, Salze darstellen, saugt aber auch an der Luft Feuchtigkeiten ein, und zerfließt. Im Glühfeuer ist es ebenfalls schmelzbar, ohne sich zu verflüchtigen. Vom Gewächssalkali unterscheidet es sich durch seine Verhältnisse gegen andere Körper, besonders gegen die Säuren.

Das Mineralalkali ist eine einfache Substanz; auch nach dem System des Hrn. Lavoisier. Es heißt bey ihm Soda. — Beide Alkalien; das vegetabilische und mineralische, begreift man auch unter dem Namen der feuerbeständigen Alkalien (*Alcalia fixa*).

§. 370. 3) Das flüchtige Alkali (*alkali volatile*). Man gewinnt es insbesondere aus thierischen Substanzen, durch eine Destillation derselben; doch macht es auch in einigen Stoffen des Gemäthsreichs einen Bestandtheil aus, und findet sich auch in einigen mineralischen Substanzen, z. B. in den Steinkohlen, worin es aber doch wol den organischen Reichen seinen Ursprung verdankt. Im Zustande seiner Reinigkeit, ohne Luftsäure, läßt es sich nicht als feste Substanz darstellen, sondern erscheint nur als gasförmige Flüssigkeit (flüchtigalkalinische Luft), oder durch Wasser aufgelöst (ägender Ealminakgeist). Von den beiden vorhergehenden Alkalien unterscheidet es sich also durch seine Flüchtigkeit, oder durch seine Fähigkeit, sich in eine expansible Flüssigkeit verwandeln zu lassen. Es hat daher auch einen sehr durchdringenden und scharfen Geruch. Man nennt es auch urindisches Salz.

Das flüchtige Alkali ist zusammengefloßt aus Brennstoff und einer noch unbekannten Basis, die wahrscheinlich Phosphorsäure ist, oder sie zum Bestandtheil hat. Nach dem System des Hrn. Lavoisier besteht es aus Stickstoff (*Azote*) und Wasserstoff (*Hydrogene*).

§. 371. Die Säuren und Alkalien zeigen gegen einander eine sehr starke Verwandtschaft, und lösen sich wechselseitig auf. Durch die Verbindung derselben unter einander verlieren beide nicht nur ihren eigenthümlichen Geschmack, sondern nehmen nun auch einen ganz eigenen an. Sie vernichten einander gleichsam in ihren Eigenschaften, und das aus beiden entstandene, gehörig gesättigte Gemisch wirkt nun nicht mehr als Säure, nicht mehr als Laugensalz, und bringt keine Veränderung mehr in den Pflanzen

Pflanzenfarben hervor, welche keine einzelne Bestandtheile bewirken.

§. 372. Die Salze, die aus der Vereinigung der Säuren mit den Laugensalzen entspringen (§. 371.), und beiden zusammen ihr Daseyn zu verdanken haben, machen nun in der Ordnung der zusammengefügten Salze (§. 353.) eine eigene und die erste Gattung aus. Sie heißen **Neutralsalze** (*salia neutra*).

§. 373. Jede Säure giebt mit jedem der drei Laugensalze eine eigene Art von Neutralsalze. Wir haben also drey mal so viel Arten der Neutralsalze, als wir eigenthümliche Säuren haben. In der Natur hat man freylich alle diese Arten noch nicht angetroffen. In der Verschiedenheit der Neutralsalze, welche die Säuren mit den Laugensalzen hervorbringen, beruhet hauptsächlich der Unterschied zwischen den Säuren untereinander, und den Laugensalzen unter einander, und nur diejenige Säure oder dasjenige Laugensalz ist für wesentlich verschieden zu halten, die mit eben dem Laugensalze, oder das mit eben der Säure ein verschiedenes Neutralsalz liefert.

§. 374. Die Neutralsalze unterscheiden sich von einander auf sehr mannigfaltige Weise in der Krystallisirungsfähigkeit, der Form der Krystalle, der Auflösbarkeit im Wasser, dem Verhalten an der Luft, dem Geschmack, der Flüchtigkeit oder Feuerbeständigkeit. Hier genügt es, nur die Namen der mit den oben angeführten Säuren erzeugten Neutralsalze anzuführen.

270 II. Theil. I. Abschnitt. I. Hauptstück.

- 1) **Witriolsäure** mit **Gewächssalkali**: **vitriolisirter Weinstein**. (*Tartarus vitriolatus. Sulfate de Potasse Lav.*)
- 2) — — mit **Mineralsalkali**: **Glaubersalz** (*sal Glauberi. Sulfate de Soude L.*)
- 3) — — mit **flüchtigem Alkali**: **Glaubers Salmiak** (*sal ammoniacum vitriolicum. Sulfate ammoniacal L.*)
- 4) **Salpetersäure** mit **Gewächssalkali**: **gemeiner Salpeter** (*nitrum vulgare. Nitrate de Potasse L.*)
- 5) — — mit **Mineralsalkali**: **Rhomboidalsalpeter** (*nitrum rhomboidale. Nitrate de Soude L.*)
- 6) — — mit **flüchtigem Alkali**: **Salpetersalmiak** (*nitrum ammoniacale. Nitrate d'ammoniaque L.*)
- 7) **Rückensalzsäure** mit **Gewächssalkali**: **Digestivsalz** (*sal digestivum Sylvii. Muriate de Potasse L.*)
- 8) — — mit **Mineralsalkali**: **Rückensalz, Steinsalz, Meersalz** (*sal culinare, fossile, marinum. Muriate de Soude L.*)
- 9) — — mit **flüchtigem Alkali**: **gemeiner Salmiak** (*sal ammoniacum vulgare. Muriate d'ammoniaque L.*)
- 10) **Flusspathsäure** mit **Gewächssalkali**: **flusspathsaures Gewächssalkali** (*alcali vegetabile fluoratum. Fluate de potasse L.*)
- 11) — — mit **Mineralsalkali**: **flusspathsaures Mineralsalkali** (*alcali minerale fluoratum. Fluate de Soude L.*)
- 12) — — mit **flüchtigem Alkali**: **Flusspathsalmiak** (*alcali volatile fluoratum. Fluate d'ammoniaque L.*)

- 13) Boraxsäure mit Gewächssalkali: boraxsaures Gewächssalkali (alcali vegetabile boraxatum. *Borate de Potasse*).
- 14) — — mit Mineralalkali: boraxsaures Mineralalkali (alcali minerale boraxatum. *Borate de Soude* L.)
- 15) — — mit flüchtigem Alkali: Boraxsalmiaß (alcali volatile boraxatum. *Borate d'ammoniaque* L.)
- 16) Phosphorsäure mit Gewächssalkali: phosphorsaures Gewächssalkali (alcali vegetabile phosphoratum. *Phosphate de Potasse* L.)
- 17) — — mit Mineralalkali: phosphorsaures Mineralalkali (alcali minerale phosphoratum. *Phosphate de Soude* L.)
- 18) — — mit flüchtigem Alkali: Phosphorsalmiaß (alcali volatile phosphoratum. *Phosphate d'ammoniaque* L.)
- 19) Arseniksäure mit Gewächssalkali: arseniksaures Gewächssalkali (alcali vegetabile arsenicatum. *Arseniate de Potasse* L.)
- 20) — — mit Mineralalkali: arseniksaures Mineralalkali (alcali minerale arsenicatum. *Arseniate de Soude* L.)
- 21) — — mit flüchtigem Alkali: Arseniksalmiaß (alcali minerale arsenicatum. *Arseniate d'ammoniaque* L.)
- 22) Molybdänsäure mit Gewächssalkali: Molybdänsaures Gewächssalkali (alcali vegetabile molybdaenatum. *Molybdate de Potasse* L.)
- 23) — — mit Mineralalkali: molybdänsaures Mineralalkali (alcali minerale molybdaenatum. *Molybdate de Soude* L.)

- 24) Molybdänsäure mit flüchtigem Alkali: Molybdänsalmiak (alcali volatile molybdaenatum. *Molybdate d'ammoniaque.*)
- 25) Wolframsäure mit Gewächssalkali: wolframsaures Gewächssalkali (alcali vegetabile wolframiatum. *Tungstate de Potasse L.*)
- 26) — — mit Mineralalkali: wolframsaures Mineralalkali (alcali minerale wolframiatum. *Tungstate de Potasse L.*)
- 27) — — mit flüchtigem Alkali: Wolframsalmiak (alcali volatile wolframiatum. *Tungstate d'ammoniaque L.*)
- 28) Bernsteinsäure mit Gewächssalkali: bernsteinsaures Gewächssalkali (alcali vegetabile succinatum. *Succinate de Potasse L.*)
- 29) — — mit Mineralalkali: Bernsteinsaures Mineralalkali (alcali minerale succinatum. *Succinate de Soude L.*)
- 30) — — mit flüchtigem Alkali: Bernsteinsalmiak (alcali volatile succinatum. *Succinate d'ammoniaque L.*)
- 31) Luftsäure mit Gewächssalkali: Luftsaures Gewächssalkali (alcali vegetabile aëratum. *Carbonate de Potasse L.*)
- 32) — — mit Mineralalkali: Luftsaures Mineralalkali (alcali minerale aëratum. *Carbonate de Soude L.*)
- 33) — — mit flüchtigem Alkali: Luftsaures flüchtiges Alkali (alcali volatile aëratum. *Carbonate d'ammoniaque L.*)

Die Neutralsalze mit den vegetabilischen Säuren werden in der Folge vorkommen. Die luftsauren Neutralsalze reagiren, wegen der Schwäche der Säure, noch als Laugensalze auf Pflanzenfarben.

§. 375. Die Säuren haben durchgehends eine nähere Verwandtschaft gegen die feuerbeständigen Laugensalze, als gegen das flüchtige Alkali. In den mehresten Fällen sind die Säuren auch dem Gesswächsalzali näher verwandt, als dem Mineralalkali.

§. 376. Die Laugensalze zeigen gegen die verschiedenen Säuren ungleiche Verwandtschaft, und daher kann man das aus einem Laugensalz und einer gewissen Säure verfertigte Neutralsalz oft durch eine andere Säure zerlegen.

Von den Mittelsalzen wird nachher bey den Erden, und von den metallischen Salzen bey den Metallen gehandelt werden.

Erden.

§. 377. Die zweyte Classe der mineralischen Substanzen machen die Erden (terrae) aus. Dies sind unentzündliche, mehr oder weniger zerreibliche, feuerbeständige Körper, die sich ohne Zwischenmittel in 200 Theilen Wasser nicht auflösen lassen, und aus der Auflösung in Säuren durch Blutlauge nicht gefällt werden. Alle Erden sind im Zustande ihrer Reinigkeit ungefärbt und weiß.

§. 378. Einfache Erden (terrae primitivae; Simples) nennt man solche, die in keine andere ungleichartige Bestandtheile durch Kunst zerlegt werden können. Wir kennen davon jetzt acht verschiedene Arten; nemlich: 1) Kalkerde, 2) Bittererde, 3) Thonerde, 4) Schwererde, 5) Kiesel-erde,

erde, 6) Zirkonerde, 7) Diamantspatherde, und 8) Australerde.

§. 379. Die vier erstern Arten verbinden sich mit den Säuren auf eine ähnliche Art, wie die Pausgensalze; benehmen ihnen den sauren Geschmack, und die Eigenschaft, als Säuren zu wirken. Man nennt sie deswegen auch absorbirende oder alkalische Erden; und die Verbindungen, die sie mit den Säuren liefern, Mittelsalze (*salia media*), die eine eigene Gattung von Salzen ausmachen (§. 353.). Doch sind nicht alle diese mittelsalzigen Verbindungen wahre Salze (§. 349.) zu nennen, sondern einige gehören wegen ihrer Schwerauflöslichkeit oder völligen Unauflöslichkeit im Wasser zu den erdigten oder feinsten Substanzen.

§. 380. Die Mittelsalze unterscheiden sich von einander nach der verschiednen Natur der sauren oder erdigten Basis, woraus sie zusammengesetzt sind, in der Krystallisirbarkeit, der Krystallenform, der Auflöslichkeit im Wasser, dem Geschmack, u. s. w. Wir werden die mittelsalzigen Verbindungen aus den mineralischen Säuren und den alkalischen Erden bei jeder Erde besonders mit anführen. In der Natur hat man freylich alle diese Verbindungen, noch nicht gefunden.

§. 381. Die Kalkerde (*terra calcarea*, *Chaux* L.) wird im Gemisch reinen Zustande nicht in der Natur angetroffen, sondern immer in Verbindung mit Säuren und Wasser. Die Verbindungen mit Luftsäure nennt man rohe Kalkerde (*calx arida*), die durchs Blühen ihrer Luftsäure und ihres Wassers beraubt werden kann, wo sie dann gebrannter, lebendiger, ungelöschter Kalk (*calx usta, viva*)

ge-

genannt wird, der, wenn er keine fremde Vermischung hat, als die reine, einfache Kalkerde anzusehen ist. Sie löst sich in 680 Theilen Wasser auf, und diese Auflösung (Kalkwasser, *aqua calcis vivae*) ist durchsichtig, farblos, wirkt auf Pflanzenfarben, als ein Laugensalz, hat einen schrumpfenden und alkalischen Geschmack, bleibt bei Ausschließung der Luft unverändert, saugt aber an der Atmosphäre stark und schnell luftsaures Gas ein, und weil nun die solchergestalt luftsaure gewordne Kalkerde nicht mehr auflöslich bleibt, so fällt endlich aller Kalk als roher Kalk wieder heraus. Gegen diese Luftsäure zeigt überhaupt der gebrannte Kalk sehr viele Verwandtschaft, und auch er selbst wird an der Atmosphäre nach und nach wieder in rohen Kalk verwandelt. Er entzieht auch den luftsauren Laugensalzen diese Luftsäure, und macht sie ätzend. Das Wasser saugt der gebrannte Kalk mit vieler Kraft in sich, bindet es zum Crystallisationswasser, erhitzt sich eben deswegen sehr stark damit, und erhärtet nach und nach, wenn das überflüssige Wasser wieder verdunstet ist. Hierauf gründet sich die Anwendung zum Mörtel.

§. 382. Am hauptsächlichsten unterscheiden sich die alkalischen Erden von einander durch die Mittelsalze und mittelsalzigen Verbindungen, die sie mit den Säuren geben. Die Kalkerde liefert mit den oben erwähnten mineralischen Säuren folgende:

- 1) mit Nitriolsäure: Gyps, Selenit, Alabastrer,
(*Gypsum*, *Selenites*,
Sulfate de chaux L.)
- 2) mit Salpetersäure: Kalksalpeter (*calx nitrata*,
Nitrate de chaux L.)

- 3) mit Kochensalzsäure: Salzsäure Kalkerde (*calx muriatica. Muriate de chaux L.*)
- 4) mit Flußspathsäure: Flußspath (Auror mineralis. *Fluate de chaux L.*)
- 5) mit Borersäure: Borkorax, Boraxit (*calx boraxata. Borate de chaux L.*)
- 6) mit Phosphorsäure: Knochenerde, Apatit (*calx phosphorata. Phosphate de chaux L.*)
- 7) mit Arseniksäure: Arseniksaure Kalkerde (*calx arsenicata. Arseniate de chaux L.*)
- 8) mit Molybdänsäure: Molybdänsäure Kalkerde (*calx molybdaenica. Molybdate de chaux L.*)
- 9) mit Wolframsäure: Tungstes (Japis ponderosus. *Tungstate de chaux L.*)
- 10) mit Bernsteinsäure: Bernsteinsäure Kalkerde (*calx succinata. Succinate de chaux L.*)
- 11) mit Luftsäure: rohe Kalkerde, Kalkspath, Marmor u. s. w. (*calx aërata. Carbonate de chaux L.*)

§. 383. 2) Die Talf- oder Bittererde (*magnesia, terra muriatica, Magnesie L.*) ist in ihrem reinen Zustande in Wasser unauflösbar, ohne Regbarkeit und Schärfe, und liefert mit den vorher genannten Säuren ganz andere Mittelsalze und mittelsalzigte Verbindungen, als die Kalkerde:

- 1) mit Wirtelsäure: Bittersalz, englisches Salz (*sal Epsum. Sulphate de Magnesie L.*)

2) mit

- 2) mit Salpetersäure: salpetersäure Bittererde
(*magnesia nitrata. Nitrate de magnésie L.*)
- 3) mit Küchensalzsäure: salzsaure Bittererde (*magnesia muriatica. Muriate de magnésie L.*)
- 4) mit Flußspathsäure: flußspathsaure Bittererde
(*magnesia fluorata. Fluat de magnésie L.*)
- 5) mit Borarsäure: borarsäure Bittererde (*magnesia boraxata. Borate de magnésie L.*)
- 6) mit Phosphorsäure: phosphorsäure Bittererde
(*magnesia phosphorata. Phosphate de magnésie L.*)
- 7) mit Arseniksäure: arseniksaure Bittererde (*magnesia arsenicata. Arseniate de magnésie L.*)
- 8) mit Molybdänsäure: molybdänsäure Bittererde
(*magnesiamolymdaenica. Molybdate de magnésie L.*)
- 9) mit Wolframsäure: wolframsäure Bittererde
(*magnesia wolframata. Tungstate de magnésie L.*)
- 10) mit Bernsteinäure: bernsteinsäure Bittererde
(*magnesia succinata. Succinate de magnésie L.*)
- 11) mit Luftsäure; luftsaure Bittererde (*magnesia aërata, vulgaris. Carbonate de magnésie L.*)

Die Bittererde macht einen Bestandtheil in den sogenannten Talkartigen Erden und Steinen aus, wie in dem Speckstein, Nephrit, Walferde, Meerchaum, Sol, Serpentin, Talk, Asbest, Rhyolit, Strahlstein, Tremolith.

§. 384. 3) Die Thonerde oder Alaunerde (*terra argillaris, aluminaris, Alumine L.*) macht ei-

nen

278 II. Theil. 1. Abschnitt. 1. Hauptstück.

nen wesentlichen Bestandtheil des Thones aus, wozu sie mit Kiesel-erde verbunden ist. Sie ist in ihrem reinen Zustande, wenn sie noch nicht im Feuer zusammengebacken ist, fein, schlüpfrig, giebt mit Wasser einen etwas zähen Teig, zieht sich beim Trocknen sehr zusammen, und wird im Feuer so hart, daß sie mit dem Stahl-Feuer schlägt; sie verliert aber auch durchs Brennen alle ihre Schlüpfrigkeit, und die Fähigkeit, sich mit Wasser zu einer zähen Masse erweichen zu lassen. Sie zeigt nach dem Brennen keine Aetzbarkeit, und keine Auflöslichkeit im Wasser. Von den ätzenden Laugensalzen wird sie auf nassem Wege aufgelöst. Gegen die Luftsäure hat sie gar keine Verwandtschaft. Mit den übrigen Säuren liefert sie ganz eigene Mittelsalze:

- 1) mit **Witriolsäure**: gemeinen Alun. (*alumen vulgare. Sulfate d' alumine L.*)
- 2) mit **Salpetersäure**: salpetersaure Thonerde (*argilla nitrata. Nitrate d' alumine L.*)
- 3) mit **Küchensalzsäure**: salzsäure Thonerde (*argilla muriatica. Muriate d' alumine L.*)
- 4) mit **Flusspathsäure**: flusspathsaure Thonerde (*argilla fluorata. Fluates d' alumine L.*)
- 5) mit **Boraxsäure**: boraxsaure Thonerde (*argilla boraxata. Borate d' alumine L.*)
- 6) mit **Phosphorsäure**: phosphorsaure Thonerde (*argilla phosphorata. Phosphate d' alumine L.*)
- 7) mit **Arseniksäure**: arseniksaure Thonerde (*argilla arsenicata. Arseniate d' alumine L.*)

8) mit

- 8) mit Molybdänsäure: molybdänsaure Thonerde
(argilla molybdaenica.
Molybdate d' alumine L.)
- 9) mit Wolframsäure: wolframsaure Thonerde
(argilla wolframica. Tung-
state d' alumine L.)
- 10) mit Bernsteinsäure: bernsteinsaure Thonerde (ar-
gilla succinata. Succina-
te d' alumine L.)

Die Thonerde macht einen Bestandtheil aus: in der Porphyr-
zellanerde, im gemeinen Thone, im Jaspis, im Opal,
im Pechstein, im Demantspath, im Feldspath, im
Thonschiefer, im Brandschiefer, im Alaunerz, im
Glimmer, in der Hornblende, in der Grauwacke, im
Basalt, in der Lava, im Bimsstein. Ferner auch im
Zypacinth, Chrysolith, im Granat, im Rubin, im Sapo-
phir, im Topas, im Smaragd, im Berill, im Schörl,
im Thunerstein, im Hornstein, im Feuerstein, im
Chalkedon, Holzstein, Zeolith, Kreuzstein, im Tripel,
im Speckstein, in der Walkerde, im Bol, im Baryt,
im Niergel, im bituminösen Niergelschiefer.

§. 385. 4) Die Schwererde (terra pondero-
sa, Baryte L.) ist in ihrem Zustande der Reinigkeit
im Wasser auflöslich, wiewohl nur wenig; denn
sie braucht nach Bergmann 900 Theile Wasser da-
zu. Diese Auflösung ist scharf und schrumpfend von
Geschmack, und wirkt, wie das Kaltwasser, auf
verschiedene Pflanzensorten. Sie unterscheidet sich
aber von der reinen Kalkerde durch ein größeres ei-
gentümliches Gewicht, und durch andere Mittelsal-
ze, die sie mit den Säuren liefert. Sie giebt:

- 1) mit Vitriolsäure: Schwerspath, Bologneser-
stein (spatum ponde-
rosum. Sulfate de bary-
te L.)
- 2) mit Salpetersäure: salpetersaure Schwererde
(terra ponderosa nitra-
ta. Nitrate de baryte L.)

3) mit

- 3) mit Küchensalzsäure: küchensalzsaure Schwererde (terra ponderosa muriatica. *Muriate de baryte* L.)
- 4) mit Flußspathsäure: flußspathsaure Schwererde (terra ponderosa fluorata. *Fluate de baryte* L.)
- 5) mit Borarsäure: borarsaure Schwererde (terra ponderosa boraxata. *Borate de baryte* L.)
- 6) mit Phosphorsäure: phosphorsaure Thonerde (terra ponderosa phosphorata. *Phosphate de baryte* L.)
- 7) mit Arseniksäure: arseniksaure Schwererde (terra ponderosa arsenicata. *Arseniate de baryte* L.)
- 8) mit Molybdänsäure: molybdänsaure Schwererde (terra ponderosa molybdaenica. *Molybdate de baryte* L.)
- 9) mit Wolframsäure: wolframsaure Schwererde (terra ponderosa wolframica. *Tungstate de baryte* L.)
- 10) mit Bernsteinäure: bernsteinsaure Schwererde (terra ponderosa succinata. *Succinate de baryte* L.)
- 11) mit Luftsäure: luftsaure Schwererde, Witherit (terra ponderosa aërata. *Carbonate de baryte* L.)

Die Schwererde macht einen Bestandtheil aus: im Witherit, im Schwerspath, im Kreuzstein.

§. 386. 5) Die Kiesel Erde (terra silicea, *Silice* L.) ist nicht, wie die vorigen, vermögend, mit den

den Säuren Verbindungen einzugehen, außer mit der Flußspathsäure. Das Wasser löst sie nicht auf; doch geschieht es, nach Bergmann, in dem Wasser, dessen Hitze die des gewöhnlichen Siedepuncts übersteigt.

Die Kiesel Erde macht einen Bestandtheil des Quarzes, des Bergkrystalls, des Prasers, des Hyacinths, des Chrysoliths, des Olivins, des Granats, Rubins, Saphirs, Topases, Smaragds, Berills, Schörls, Thumerssteins, Hornsteins, Feuersteins, Chalcedons, Holzsteins, Heliotrops, Chrysopras, Kieselstiefers, Obsidians, Ragnauges, Drehmits, Zeoliths, Kreuzsteins; — imgleichen des Jirkon, des Demantspathes, der Porzellanerde, des Thons, des Jaspis, Opals, Pechsteins, Feldspaths, Thonschiefers, Tripels, Glimmers, der Hornblende, der Wacke, des Basalts, der Lava, des Dinstons, des Specksteins, des Nephrits, der Wackerde, des Meerschaaums, des Bobs, Serpentin, Afbestes, Strahlsteins, Tremolits, und Mergels aus.

§. 387. Die Kiesel Erde ist für sich unschmelzbar, mit feuerbeständigen Alkalien aber schmelzt sie in der Hitze zusammen, und liefert damit im gehörigen Verhältnisse die bekannte durchsichtige, harte, spröde, im Wasser unauflösbare, auf dem Bruch glänzende, schmelzbare und feuerbeständige Materie, das Glas. Je mehr Laugensalz zum Glase gesetzt worden ist, um desto weicher und schmelzbarer wird das Glas, und desto weniger widersteht es der Einwirkung des Wassers und der Säure, und so geben vier Theile feuerbeständiges Gewächsalkali mit einem Theile Kiesel Erde ein Glas, das an der Luft unscheinbar wird, daraus die Feuchtigkeiten in sich nimmt, und sich im Wasser vollkommen auflöst (Kiesel Feuchtigkeit, liquor silicum). Eine jede Säure schlägt daraus die Kiesel Erde nieder.

Auch andere Erden machen die Kiesel Erde schmelzbar. Metallische Kalke lassen sich auch mit dem Glase zusammen-

menschen. — In der Chemie nimmt man das Wort Glas in einem weitläufigen Sinne, und hat salzigte, erdigte, und metallische Gläser. Die undurchsichtigen Gläser nennt man auch Schlacken.

§. 388. 6) Die Zirkonerde ist vom Hrn. Klaproth in dem Zirkon entdeckt worden. Sie ist in den Säuren auflösbar, hat aber keine Verwandtschaft zur Luftsäure; und löst sich auch in den ägenden Alkalien auf nassem Wege durch Hülfe der Wärme nicht auf. Durch das erstere Kennzeichen unterscheidet sie sich von der Kiesel-erde, durch das zweyte von der Kalk-, Bitter- und Schwererde; durch das dritte vom der Thonerde.

Chemische Untersuchung des Zirkons von Hr. Klaproth; in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde, von der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. B. III. 1789. S. 147. ff.

§. 389. 7) Die Demantspatherde ist auch vom Hrn. Klaproth im Diamantspathe entdeckt worden. Sie ist in Säuren und in Alkalien gar nicht auflöslich. Durch letzteres Kennzeichen unterscheidet sie sich von der Kiesel-erde; durch das erstere von allen übrigen Erden.

Kleine mineralische Beiträge vom Hrn. Prof. Klaproth; in Crelles Chemischen Annalen. 1789. B. I. S. 5.

§. 390. 8) Die Australerde ist vom Hrn. Wedgwood in einer Erddart von Neu-Süd-Wales entdeckt worden. Sie ist unauflöslich im Wasser, in Vitriolsäure und Salpetersäure, wird aber von der concentrirten Kochensalzsaure durch Hülfe der Hitze aufgelöst, doch durch bloßes reines Wasser daraus wieder niedergeschlagen. Gegen die Luftsäure hat sie keine Verwandtschaft. In Alkalien ist sie auf
nass

nachem Wege; unauflösbar. Im strengen Feuer ist sie für sich schmelzbar.

Bestandtheile einer mineralischen Substanz aus Neu-
Süd- Wales, von Hrn. Jos. Wedgwood; aus
den *Philosoph. Transactions* Vol. LXXX. 190. S. 306.
ff. übers. in *Gren's Journ. der Phys.* B. IV. S. 479. ff.

M e t a l l e.

§. 391. Die dritte Classe der mineralischen Substanzen machen die Metalle aus. Sie unterscheiden sich durch ihre Dichtigkeit, Undurchsichtigkeit, einen eigenthümlichen Glanz, Unauflösbarkeit im Wasser, durch ihre Schmelzbarkeit, und dadurch, daß sie beim Schmelzen in irdenen Gefäßen mit cons-
terer Fläche stehen, von den Körpern anderer Classen. Die Metalle übertreffen an specifischem Gewicht alle andere bekannten Körper.

Die angeführten Unterscheidungsmerkmale passen nur auf die regulinischen Metalle, nicht auf ihre Kalke, die eigentlich hier gesetzt werden mußten, und wovon nachher geredet werden wird.

§. 392. Wir kennen gegenwärtig achtzehn vers-
chiedene metallische Substanzen: 1) Platina, 2)
Gold, 3) Silber, 4) Quecksilber, 5) Blei,
6) Kupfer, 7) Eisen, 8) Zinn, 9) Zink, 10)
Wismuth, 11) Nickelmetall, 12) Spießglanz-
metall, 13) Arsenik, 14) Koboldmetall, 15)
Braunsteinmetall, 16) Wolfrämmetall, 17)
Wolframmetall, und 18) Uranium.

§. 393. Die mehresten dieser Metalle haben die Fähigkeit, sich durch Hämmern oder Druckwerk mehr oder weniger platt drücken, dehnen und verläns-
gern zu lassen, oder besizzen Geschmeidigkeit; andere
hins

hingegen sind so spröde, daß sie unter dem Hammer in Stücke zerpringen. Die erstern nennt man **Ganzmetalle** (*metalla perfecta*); die andern **Halbmetalle** (*semimetalla*). Diese Benennung ist aber eben so unschicklich, als die Eintheilung selbst nicht wissenschaftlich ist.

§. 394. Die mehresten Metalle schmelzen im Feuer, ohne vorher einen merklichen Zwischenzustand der Consistenz anzunehmen; nur das Eisen und die Platina sind hiervon ausgenommen, die vor dem Schmelzen erst merklich weich werden, und daher die so nützliche Eigenschaft haben, sich schweißen zu lassen.

§. 395. Bey einem recht langsamen Erkalten nehmen die Theilchen der geschmolzenen Metalle durch das Gesehen auch eine regelmäßige und bestimmte Figur an, oder erleiden eine Krystallisation (§. 130.). Bey den spröbern, oder sogenannten Halbmetallen, z. B. beym Wismuthe und Spießglanzmetalle, ist die krystallinische Fügung der Theilchen sehr leicht wahrzunehmen; bey den zähen aber fällt sie nicht so leicht in die Augen, weil man die innern Theile derselben in ihrer natürlichen Lage nicht so gut zu Gesicht bekommt, indem sich dieselbe wegen der Zähigkeit und Dehnbarkeit der Masse beym Zerreißen ändert.

§. 396. In Ansehung der Schmelzbarkeit der Metalle findet eine sehr große Verschiedenheit statt. So schmelzt das Quecksilber schon in der Temperatur unserer Atmosphäre; Zinn, Wismuth, Blei, Zink, vor dem Glühen; Spießglanzmetall, Silber, Gold, Kupfer, Koboltmetall, Eisen nach dem Glühen, und die Platina erst in einer sehr starken Gluth.

§. 397.

§. 397. Die mehresten Metalle sind in ihrem gewöhnlichen Schmelzfeuer beständig und fix, wie z. B. Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Bley, Zinn; andere sind flüchtig, oder lassen sich in verschlossenen Gefäßen durch die Hitze in expansible Flüssigkeiten, nemlich in Dämpfe, verwandeln, wie z. B. Quecksilber, Wismuth, Arsenik, Spießglanzmetall, Zink. Doch sind auch die feuerbeständigsten, wie Gold und Silber, in sehr großer Gluth, flüchtig.

§. 398. Die mehresten Metalle lassen sich unter einander zusammenschmelzen, und es entstehen daraus mannigfaltige Metallgemische, Metallversetzungen, Legirungen, die wegen ihrer besondern Eigenschaften oft von großem Nutzen sind. Merkwürdig ist es, daß sich einige Metalle nicht untereinander zusammenschmelzen lassen.

Beispiele von diesen Metallgemischen giebt: das mit Kupfer, oder mit Silber, oder mit beiden zugleich legirte Gold; das mit Kupfer legirte Silber; die aus Kupfer und Zinn bestehende Bronze (aes), oder das Stückgut und Klockengut; das aus Zink und Kupfer bestehende Messing (orichaleum), das aus eben diesen Metallen zusammengesetzte Tombak, Prinzmetall, Simulor; das weiße Kupfer aus Kupfer und Arsenik, das Pfundzinn aus Zinn und Bley, und ähnliche Compositionen.

§. 399. Alle Metalle, nur Gold, Silber, und Platina ausgenommen, erfahren schneller oder langsamer eine sehr merkwürdige Veränderung, wenn sie beim Zutritt der atmosphärischen Luft der Schmelzhitze ausgesetzt werden. Wird z. B. Bley in einem offenen Gefäße geschmolzen, so verliert es sehr bald seine glänzende, spiegelnde Oberfläche, und wird mit einer grauen erdigten Haut überzogen. Streicht man diese zurück, so kommt zwar der metallische

Glanz

Glanz des Bleies auf der Oberfläche wieder zum Vorschein; aber es währt nicht lange, so ist diese erdigte Haut wieder da, und man kann solchesergestalt bey fortgesetzter Arbeit alles Blei in einen solchen grauen Staub verwandeln. Dieser im Feuer entstandene Staub vom Blei hat ganz das Aussehen einer Erde, ist pulverigt und locker. Der metallische Glanz, der Zusammenhang, und die große Anzahl sinnlicher Eigenschaften, die dem Blei als Metall zukommen, sind verlohren gegangen.

§. 400. Metall, das auf irgend eine Weise diese Veränderung erfahren hat, heißt ein metallischer Kalk (*calx metallica*), auch wol wegen der Form die Erde des Metalles (*terra metallica*). Metall hingegen, das mit den §. 391. erwähnten Eigenschaften versehen ist, regulinisches Metall, oder auch ein metallischer König (*regulus*). Da Gold, Silber und Platina sich nicht durch die Schmelzhitze verkalten, oder in Kalk verwandeln lassen, so unterscheidet man sie auch durch den Namen der edlen Metalle (*metalla nobilia*) von den übrigen, die diese Eigenschaft besitzen, und die man unedle (*metalla ignobilia*) nennt.

§. 401. Die Kalke der Metalle haben sowohl nach dem Unterschiede der Metalle, als nach dem Grade der bey der Verkalkung angewandten Hitze verschiedene Farben. Alle besitzen wegen ihres lockern und losern Zusammenhanges ein geringeres eigenthümliches Gewicht, als die regulinischen Metalle, woraus sie entstanden sind. Die Kalke der flüchtigen Metalle sind viel feuerbeständiger, als die Metalle selbst, aus denen sie entstanden sind, und alle
etc

erfordern zum Schmelzen eine weit größere Hitze, als ihre Metalle. Sie gehen alle, wo nicht für sich allein, doch in Verbindung mit andern, beym Schmelzfeuer in ein Glas über, das immer von ansehnlicher Dichtigkeit ist. Diese metallischen Gläser (*vitra metallica*) besitzen ganz und gar nicht mehr die Eigenschaften der regulinischen Metalle; sie fließen im Feuer in den irdenen Schmelzgefäßen nicht mehr mit convexer Fläche, weil sie mit diesen Gefäßen jetzt cohäriren (§. 139.); sie vermischen sich im Flusse mit andern erdigten und salzigten Gläsern, wie mit dem gemeinen Glase, und theilen ihnen nach ihrer unterschiedenen Natur verschiedene Farben mit. Die metallischen Kalken und Gläser können auf keine Weise mit den regulinischen Metallen zusammengeschmolzen werden, und zeigen überhaupt ganz andere Verhältnisse gegen andere Körper, als diese. Von den gemeinen Erden (§. 377.) unterscheiden sich die Metallkalken theils durch ihre Eigenschaft, das Glas, wormit sie zusammengeschmolzen worden sind, zu färben, theils dadurch, daß ihre Auflösung in Säuren durch Blutlauge gefällt wird. Einige wenige Kalken der Metalle, wie der des Arseniks, des Wolsphdan, und des Wolframmetalls zeigen sich als Säuren (§. 361 — 63.).

§. 402. Ein sehr merkwürdiges Phänomen bey den metallischen Kalken und Gläsern ist, daß sie ein größeres absolutes Gewicht haben, als das regulinische Metall hatte, aus dem sie entstanden sind. Diese Zunahme des absoluten Gewichts findet bey allen Metallkalken statt, und zwar bey einigen mehr, bey andern weniger, vorausgesetzt, daß von dem Metallkalk selbst nichts verlohren gegangen ist,

was

was bey flüchtigen Metallen, leicht stattfinden kann.

§. 403. Die metallischen Kalke und Gläser lassen sich bey'm Zusatz brennlicher Dinge, unter Ausschluß der respirablen Luft, durchs Schmelzfeuer wieder in regulinische Metalle verwandeln, was man das Wiederherstellen oder Reduciren derselben nennt. Metallkalke, die schwer und streng im Feuer fließen, erfordern dazu solche verbrennliche Dinge, die ihr Brennbares nicht zu leicht oder zu schnell fahren lassen. Bey dieser Wiederherstellung verliert sich nun wieder die Zunahme des absoluten Gewichts, welche die metallischen Kalke und Gläser hatten, und das wiederhergestellte Metall hat wieder alle Eigenschaften eines regulinischen Metalles erlangt.

Die edlen Metalle lassen sich zwar nicht durch Feuer verfallen, aber doch auf nassem Wege durch Säuren, wie nachher angeführt werden wird. Die Wiederherstellung aus ihren Kalten geschieht durch Schmelzen dieses Kaltes im Glühfeuer, auch ohne Zusatz von brennbaren Dingen. Der Kalk des Quecksilbers ist ihnen in diesem letztern Stück ähnlich.

§. 404. Da bloß brennbare Dinge und nur sie allein zur Wiederherstellung der Metalle aus ihren Gläsern und Kalten dienen, sie mögen übrigens aus einem Reiche der Natur seyn, aus welchem sie wollen; so scheint es mir gar keinem Zweifel unterworfen zu seyn, daß die Metalle bey'm Verfallen ihr Brennbares, d. h. ihren gebundenen Licht- und Wärmestoff, verlieren und bey'm Reduciren wieder erhalten. Es folgt hieraus unmittelbar, daß die Metalle aus ihrem Kalke und dem brennbaren Wesen zusammengesetzt sind, und daß von der Verbindung

des letztern mit dem Kalke die regulinische Eigenschaft des Metalles abhängt. Die in der Folge bey der Lehre vom Feuer bezubringenden Umstände beweisen offenbar, daß das Verkalten der Metalle ein wahres Verbrennen ist, wie auch die wirkliche Entzündung mehrerer Metalle in der Hitze, wie des Zinks, des Kupfers, und des Stahls zeigt.

§. 409. Die Theorie des Verkaltes hängt zwar eigentlich mit der Lehre vom Verbrennen und vom Feuer zusammen, die in der Folge erst vorges tragen werden kann; indessen muß ich doch hier schon das Nothwendige zur Erklärung des Verkaltes und Wiederherstellens davon bebringen. Dies fernach bestehen die regulinischen Metalle aus dem ihnen eigenthümlichen und einfachen Kalke und dem Brennstoff. Der Brennstoff selbst ist die Zusammensetzung aus Licht- und Wärmestoff, die durch ihre Vereinigung mit dem Kalke des Metalles ihre ursprüngliche Expansivkraft verloren haben; aber auch hinwiederum durch ihre Verbindung mit dem Metallkalke die Eigenschaften und Verhältnisse desselben abändern. In der Schmelzhitze unter dem Zutritt der Luft zieht der respirable Theil der letztern aus dem geschmolzenen unedlen Metalle den Brennstoff in sich, dessen Zusammenhang mit dem Kalke des Metalles durch die Erhitzung schwächer geworden ist. Der Antheil des Brennstoffs, der hierbey wieder frey wird, bildet das Verbrennen oder das Feuer; der, welcher von dem respirablen Theil der Luft wieder aufgesammet wird, verwandelt diese in phlogistische Luft oder Stickluft. Nach der Wegnahme des Brennstoffs aus dem Metallkalke bleibt dieser nur

mit seinen ihm zukommenden eigenthümlichen Eigenschaften zurück, verschieden von dem zusammengefügten regulinischen Metalle. So wie der Kalk des Metalles, als eine nicht expansive Substanz, durch seine Vereinigung mit dem Licht- und Wärmestoff die ursprüngliche Grundkraft derselben, die sie afficirt, die Expansivkraft, raubt, oder vielmehr ruhend macht; so hebt auf der andern Seite das nicht schwere Feuer, d. h. der Licht- und Wärmestoff, durch die Figirung zum Brennstoff, d. h. zum figirten Feuer, in den Partikeln des Kalks, mit denen es sich vereinigt, die Schwerkraft auf; und diese in Verbindung mit den übrigen Kalktheilen, mit denen sie zusammen eine chemische Zusammensetzung, das regulinische Metall, ausmachen, müssen nun freilich weniger absolutes Gewicht haben, als die vom Brennbaren entblößten Metallkalktheilchen allein haben würden, wie es oben §. 344. im Allgemeinen ausgedrückt worden ist. Durch die Verkalzung, das ist, durch die Entziehung des Brennstoffs, oder des gebundenen Feuers, wird also dem Metalle das wiedergenommen, was in einem Antheile seiner schweren Masse die Schwere ganz aufgehoben hatte, und folglich werden nun wieder nach der vollkommenen Verkalzung alle seine Theilchen von der Schwere afficirt; es muß also auch das Product aus der Schwerekraft durch die schwere Masse größer werden, weil die letztere größer geworden ist, oder das Gewicht muß zunehmen. Die respirable Luft, die bey der Verkalzung des Metalles seinen Brennstoff aufnimmt, muß dadurch auf der andern Seite im Gewichte vermindert werden, wie auch die Erfahrung lehrt. Die Wiederherstellung der Metallkalke zu regulinischen Me-

Met

Metallen besteht darin, daß jene aus den zugesetzten brennbaren Dingen den Brennstoff, der näher mit ihnen verwandt ist, als mit den übrigen Bestandtheilen, die die Zusammensetzung dieser verbrennlichen Dinge ausmachen, beim Schmelzen in sich nehmen, wobei freylich der Ausschluß der respirablen Luft stattfinden muß, die sonst das hergestellte Metall wieder verkalken würde. Dadurch muß der Metallkalk wieder in seinem Gewichte, so wie in andern Verhältnissen, verändert werden. Die übrigen Bestandtheile der zum Reduciren gebrauchten verbrennlichen Dinge entweichen vermittelst der Hitze theils als expansible Flüssigkeiten, theils bleiben sie verändert zurück. — Die edlen Metalle lassen sich wegen der sehr starken Verwandtschaft ihrer Kalle zum Brennstoff nicht durchs Feuer verkalken; und diese ihre Kalle binden auch beim Schmelzen im Gläßen das Feuer, oder den freyen und Licht- und Wärmestoff, und lassen sich also ohne Zusatz brennbarer Dinge, auch beim Zutritt der respirablen Luft reduciren. In dieser Eigenschaft kommt auch der Kalk des Quecksilbers mit den Kalken der edlen Metalle überein.

Einige Metallkalle nehmen eine verschiedene Quantität des Brennstoffs in sich auf, und zeigen nach dieser verschiedenen Stufe der Phlogistisirung verschiedene Eigenschaften. Beispiele giebt das Eisen, das dadurch als Gußeisen, Stahl, geschmeidig Eisen, und Eisensmoor erscheint; ferner das Arsenikmetall, das als Arsenikmönig, als schwarzer Arsenikkalk und als weißer Arsenik ein verschiedenes Verhältniß des Brennstoffs zum Kalk enthält.

Nach dem System des Herrn Lavoisier sind die metallischen Metalle einfache Substanzen. Die unedlen haben eine starke Verwandtschaft zum Sauerstoff (oxygene), der die Basis des respirablen Theils (gas oxygene) der atmosphärischen Luft ausmacht. In

d. h. solche Substanzen, die fähig sind, dem Gas oxygene den Sauerstoff zu entziehen, durch ihre nahe Verwandtschaft dazu ihn in der Glühhitze dem Metalls Kalke rauben, folglich ihn nun wieder als regulinisches Metall, und mit vermindertem Gewicht zurücklassen. — Die Kalke der edlen Metalle, und auch der Kalk des Quecksilbers werden nach dieser Theorie dadurch wieder hergestellt, daß der Sauerstoff durch die Hitze für sich allein ausgetrieben wird, und als Lebensluft (gas oxygene) entweicht. — Schade nur, daß es nicht erwiesen ist, daß Kalk der edlen Metalle an sich, und wenn sie keine Feuchtigkeit und kein Wasser enthalten, auch die Lebensluft, bey ihrer Wiederherstellung für sich im Glühfeuer, liefern.

§. 406. Die unedlen Metalle verlieren in der respirablen Luft, zumal, wenn sie feucht ist, einige früher, andere später, ihren metallischen Glanz, werden unscheinbar, oder auf der Oberfläche in Rost verwandelt. Dies Rosten der Metalle ist eine wahre Verkalkung derselben, wobey ihr Brennstoff nach und nach an die Luft tritt, ohne frey zu werden; und der Rost selbst ist Metallkalk, der zu gleicher Zeit mit Luftsäure und Feuchtigkeit beladen wird.

§. 407. Das eigentliche Auflösungsmittel für die Metalle auf nassem Wege sind die Säuren. Aber nicht jede Säure greift alle regulinische Metalle an, und nicht jedes regulinische Metall wird in allen

Säuren

Säuren aufgelöst. Diese Auflösung geschieht allemal mit mehr oder weniger Aufbrausen und mit Entwicklung von Lustarten. So ist die Auflösung eines regulinischen Metalles in concentrirter Vitriolsäure mit der Entwicklung von Schwefelluft, die in verdünnter Vitriolsäure und in Salzsäure mit der von brennbarer Luft, und die in Salpetersäure mit der von Salpeterluft begleitet. Diese Lustarten können ohne Brennbares nicht entstehen, wie ihre nähere Untersuchung in der Folge lehren wird. Dies zeigt also schon, daß bey der Auflösung der regulinischen Metalle in Säuren brennbares Wesen abgeschieden werde; und wirklich lehrt auch die Erfahrung, daß sich die Metalle in ihrem sauren Auflösungsmittel nur als Kalke aufgelöst befinden. Bey der Auflösung der vollkommenen metallischen Kalke in den Säuren entwickeln sich daher auch jene Lustarten nicht, und mehrere Säuren, die wegen ihrer phlogistischen Beschaffenheit wenig Anziehung zum Brennstoff haben, lösen die Kalke der Metalle auf, wenn sie auch das regulinische Metall nicht auflösen konnten. Einige völlig dephlogistisirte Metallkalke sind indessen in einigen Säuren gar nicht auflösbar. Uebrigens ist diese Auflösung in Säuren auch ein Mittel, selbst die edlen Metalle in den kalkförmigen Zustand zu bringen.

Nach der Theorie des Herrn Lavoisier entziehen die Metalle den Säuren einen Theil ihres Sauerstoffs und werden dadurch zu Halbsäuren (Oxides) oder Kalken.

§. 408. Die Säuren treten mit den Metallkalcken, die sie aufgelöst haben, zu neuen Körperarten zusammen, und bilden metallische Salze (salia metal-

metal-

metallica), oder Mittelsalze mit einer metallischen Basis, die eine sehr wichtige Gattung der Salze (§. 353.) ausmachen. Sie unterscheiden sich unter einander nach ihrer metallischen Basis und der Säure, in der Krystallisirbarkeit, der Gestalt und Farbe der Krystalle, der Auflösbarkeit im Wasser und Weingeiste, dem Geschmacke, dem Verhalten an der Luft, u. s. w.

§. 409. Die Alkalien und alkalischen Erden schlagen die Metalle aus ihren Auflösungen in Säuren nieder; aber natürlicherweise nur kalkförmig. Da auch die Säuren eine verschiedene Verwandtschaft gegen einen und denselben Metalkalk haben, so können auch die metallischen Salze durch andere Säuren zerlegt werden, die näher mit dem Metalkalk verwandt sind, als das vorige Auflösungsmittel.

§. 410. Die verschiedenen regulinischen Metalle besitzen gegen einerley Säure nicht gleich starke Verwandtschaft, und es läßt sich daher einerley Metall durch ein anderes daraus niederschlagen. Hängt man z. B. in die mit Wasser verdünnte Auflösung des Kupfers in Bitriolsäure ein polirtes Eisenblech, so wird dies auf der Oberfläche mit regulinischem Kupfer überzogen (Cementkupfer), und mit der Zeit wird alles Kupfer herausfallen, und die Auflösung in eine Eisenauflösung verwandelt werden. Durch vollkommenen Eisenkalk geschieht dieser Niederschlag des regulinischen Kupfers nicht, nur durch regulinisches Eisen. So kann man ein Metall durch ein anderes aus seiner Auflösung regulinisch niederschlagen. Man bemerkt hierbey keine Entwicklung von Lustarten, die sonst

sonst bey der Auflösung der regulinischen Metalle in Säuren zum Vorschein kommen, und doch wird das fallende regulinische Metall eben so im kalkförmigen Zustande von der Säure aufgenommen, als sonst für sich allein. Es geht also hier eine doppelte Wandtschaft vor, dergestalt, daß der Brennstoff des zugelegten fallenden regulinischen Metalles an den Kalk des vorher aufgelösten Metalles tritt; und ihn wiederherstellt, während daß die Säure das zugelegte regulinische Metall kalkförmig in sich nimmt. Es ist dies also eine Wiederherstellung des Metalles auf nassem Wege. Mehrere Metalle bilden bey dieser Niederschlagung aus Säuren durch andere regulinische Metalle, kraft der eigenthümlichen Anziehung und Gruppierung der Grundmassen derselben, (§. 131.) krystallinische Anschüsse, und geben so Gelegenheit zur Entstehung der sogenannten künstlichen Vegetationen oder Dianenbäume.

Hierher gehört insbesondere: 1) der Silberbaum (*arbor Dianae*). Man nimmt drey Theile gesättigte Auflösung des Silbers in Salpetersäure, zwey Theile gesättigte Auflösung des Quecksilbers in Salpetersäure, und zwanzig Theile destillirtes Wasser, vermischt es mit einander, seihet es klar durch, und gießt es in einem engen cylindrischen Glase mit flachem Boden auf drey Theile von einem Amalgama, das aus einem Theile Silber und sieben Theilen Quecksilber gemacht und völlig regulinisch ist. Es schlägt sich nun durch die Zeit und Ruhe das Silber regulinisch nieder, amalgamirt sich mit dem überflüssigen Quecksilber, und bildet krystallinische Anschüsse, deren Gruppierung die Vegetation ausmacht.

a) Der Bleysbaum (*arbor Saturni*). Man löset Bleysucker in destillirtem Wasser auf, seihet die Auflösung klar durch, schüttet sie in einen schmalen Glascylinder, und hängt an einem Boden ein Stück oder eine Stange Zink hinein. Es schlägt sich das Bleys durch die Ruhe krystallinisch nieder, und hängt sich an den Zink an.

2) Der Zinnbaum (*arbor Fovis*). Man erhält ihn wie den vorigen, wenn man in die Auflösung des Zinnes in Essigsäure regulinischen Zinn hängt.

Nach dem System des Hrn. Lavoisier geschieht der regulinische Niederschlag des Metallkalks aus der Säure durch ein anderes regulinisches Metall so, daß das letztere dem aufgelösten Kalk wegen seiner nähern Verwandtschaft den anhängenden Sauerstoff entzieht, und es solchergestalt wieder herstellt.

§. 411. Die vollkommenen und reinen Kalk- der Metalle sind einfach, und der Art nach von einander verschieden. So lange man nun noch nicht bewiesen hat, daß ein Metallkalk aus den Bestandtheilen des andern zusammengesetzt ist, so bleibt auch die Metallverwandlung immer noch ein Räthsel.

§. 412. Wir wollen nun noch die einzelnen Metalle nach ihren vorzüglichsten Unterscheidungsmerkmalen, und ihre merkwürdigsten Producte betrachten.

1) Gold (*Aurum, Sol*). Ein edles Metall von einer gelben Farbe. Hat nach der Platina das größte eigenthümliche Gewicht unter allen bekannten Materien, eine mäßige Härte, geringe Federkraft und wenig Klang, eine sehr große Zähigkeit und Ductilität (§. 40. Anm. 3.), keinen Geruch und keinen Geschmack; ist unwandelbar in der Luft und im Wasser in seinem metallischen Glanze, schmilzt erst in der Weißglüh Hitze; liegt mit einer Aquamarinfarbe; ist sehr feuerbeständig, und wird im regulinischen Zustande nur von der dephlogistisirten Kochsalzsäure, und durch sie vom so genannten Königswasser oder Goldscheidewasser, aus Salzsäure und Salpetersäure bestehend, sonst aber von keiner Säure aufgelöst, die es nur im kalkförmigen Zustande auflösen

Man können. Der Saft des Goldes färbt das Glas roth.

Zu den merkwürdigsten Producten des Goldes gehören
 1) das Goldes in Königswasser. Sie
 arbe, und macht auf der Haut pure

old (saurim Aluminas), das aus
 es Goldes in Königswasser und in
 arch Niederschlagung mit stichtigem
 lusfüßen mit Wasser erhalten wird.
 rpur des Lallius (purpura minera-
 inanten Auflösung des Goldes in Kö-
 Auflösung des Zinnes in Königswas-
 n. Er ist Gold und Zinnkalt, und
 von Farbe.

§. 413. 2) Platina (Platina, platinum).
 Sie ist ein edles Metall von einer silberweißen Farbe.
 Sie kommt aus Peru in Amerika in Gestalt kleiner,
 kundlicher gefleckter Körner zu uns, die fast das
 Ansehen des Eisensells haben, und sich wegen des
 anklebenden Eisengehalts vom Magnet ziehen lassen,
 was die reine Platina nicht thut. Das eigenthümlich
 the Gewicht der reinen Platina ist größer, als das
 irgend einer bekannten Materie. Sie läßt sich dehs
 men und hämmern, oder ist streckbar, und übertrifft
 an Festigkeit das Gold. Ihre Härte ist geringer als
 die vom geschmeidigen Eisen, aber größer, als die
 vom Kupfer. Sie ist äußerst strengflüssig; läßt sich
 aber im Glähen schweißen, hat keinen Geschmack
 und keinen Geruch, und verliert an der Luft ihren
 Glanz nicht. Sie wird von keiner bekannten Säure
 aufgelöst, außer von der dephlogistisirten Salzsäure,
 und durch dieselbe vom Königswasser, oder dem Ge-
 misch aus Salzsäure und Salpetersäure. Diese Auf-
 lösung färbt die Haut schwarzbraun.

§. 414. 3) Silber (argentum, Luna; Diana). Es ist ein edles Metall von einer weißen Farbe und einem sehr starken Glanze; sehr dehnbar, von einer größern Härte und Elasticität als das Gold, aber von einer geringern, als; das Kupfer, und ohne Geruch und Geschmack. Es schmilzt bey einer Hitze, die etwas geringer ist, als die, worin das Gold fließt, und die anfangende Weisglätheitze ist. An der Luft ist es keinem Rosten und Beschlagen ausgesetzt, nur durch schweflichte Dünste läuft es schwarz, auch wol bunt, an. Das wirksamste Auflösungsmittel für das Silber ist die Salpetersäure; die Auflösung ist ungefärbt und klar, ägend und scharf, und färbt die Haut schwarz.

Wir merken: 1) Silbersalpeter (argentum nigratum, Nitrate d' argent L.), aus dem man durch Schmelzen und Verjagen des Krystallisationswassers 2) den Höllestein (lapis infernalis lunaris, Nitrate d' argent fondus L.) bereitet; 3) Hornsilber (luna cornua, Martiares d' argent), oder die Verbindung des Silbers mit Arsensalzsäure; 4) Anallsilber (argentum fulminans), oder den Niederschlag des Silbers aus der Salpetersäure durch Kalkwasser, der nach dem Ausfrieren mit ägendem flüchtigem Laugensalze am Tageslichte digerirt worden ist.

§. 415. 4) Quecksilber (Hydrargyrum, argentum vivum, Mercurius). Es hat den Glanz und die Farbe des Silbers, ist in der bey uns gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre stets flüchtig, oder geschmolzen, und also das leichtflüchtigste aller Metalle. Es wird erst fest bey einer Verminderung der Wärme bis 40 Gr. unter 0 nach Fahrenheit. Im Feuer ist es flüchtig, es kocht bey 600° nach Fahrenheit, und läßt sich in Damp, oder in expansible Flüssigkeit verwandeln. Durch Schütteln und Reiben

den verwandelt es sich in einen unvollkommenen oder noch phlogistisirten schwarzgrauen; und durch anhaltendes Erhitzen in einen vollkommenen, dunkelrothen Kalk, der scharf und metallisch schmeckt. Diese und alle Kalle des Quecksilbers lassen sich durch die Glühheize wieder zu regulinischem Quecksilber herstellen, auch ohne Zusatz von brennlichen Dingen (S. 405.). Die Salpetersäure löst das Quecksilber leicht auf, und die Auflösung ist ungefärbt und klar, scharf und ägend von Geschmack, färbt die Haut schwarz, läßt sich krystallisiren, und läßt nach dem Abbrauchen und Calciniren einen hochrothen Kalk des Quecksilbers zurück, der sich von dem im Feuer bereiteten durch innigst damit verbundene salpetersaure Theile unterscheidet.

Wir merken von den Producten des Quecksilbers:

- 1) Den durch Schütteln und Reiben des laufenden Quecksilbers zu gewinnenden schwarzgrauen Kalk, oder den Aethiops per se. (*Oxide de mercure noirâtre L.*);
- 2) den durchs Feuer zu verfertigten dunkelrothen Quecksilberkalk, oder den Mercurius praecipitatus per se (*Oxide de mercure rouge par le feu L.*);
- 3) den durchs Abbrauchen der Auflösung des Quecksilbers in Salpetersäure und gelindes Calciniren des Rückstandes zu erhaltenden Quecksilberkalk, oder den Mercurius praecipitatus ruber (*Oxide de mercure par l'acide nitrique L.*);
- 4) den Quecksilbervitriol, (mercurius vitriolatus), oder die Verbindung des Quecksilberkalks mit Vitriolsäure, die nach dem Abwaschen mit heißem Wasser
- 5) das schön gelbe mineralische Turpeth (*Turpethum minerale, Oxide de mercure jaune par l'acide sulfurique L.*) giebt;
- 6) den Quecksilbersalpeter (Mercurius nitratus, *Nitrate de mercure L.*);
- 7) den ägenden Quecksilbersublimat (mercurius sublimatus corrosivus (*Muriate de mercure corrosif L.*),
- 8) den weißen Präcipitat (mercurius praecipitatus albus, *Muriate de mercure par precipitation L.*) und
- 9) das verflüchtete Quecksilber (mercurius dulcis, *Muriate de mercure doux L.*), die alle drey salzsaures Quecksilber sind, und sich dadurch unterscheiden, daß in dem erstern der Quecksilberkalk vollkommen verflücht oder dephlogistirt, in dem dritten nur

voll

vollkommen verkalft ist, und in dem zweiten sich mehr oder weniger dem ersten oder dritten nähert.

Die Auflösung anderer Metalle im Quecksilber heißt *Amalgama*.

§. 416. 5) **Bley** (*Plumbum, Saturnus*). Seine Farbe ist bläulich weiß; sein Glanz auf dem frischen Bruche zwar ziemlich stark; es verliert ihn aber bald an der Luft und wird unscheinbar; mit der Zeit rostet es an der Luft, und wird mit einem graulich weißen Beschlag überzogen, der luftsaurer Bleykalk ist. Die Ductilität des Bleyes ist ziemlich groß, aber seine Zähigkeit und Härte sehr geringe. Es hat einen eigenen Geruch, wenn es gerieben, oder gebrannt wird. Im Feuer schmelzt es sehr leicht, vor dem Glühen, bey 54° Gr. Fahrh. Beym Glühen und in starker Gluth ist es flüchtig, und verwandelt sich in einen weißlichen Rauch. Es wird beym Schmelzen leicht verkalft, und in einen grauen Kalk (*Bleyasche*) verwandelt, der bey stärkerer Hitze gelblich wird (*Masticot*), dann in eine Art von Zusammensinterung kömmt, und eine blaßröthliche Farbe annimmt (*Silberglätte, Bleyglätte*), und zuletzt zu einem wirklichen Glase fließt (*Bleyglas*), das schön durchsichtig, honiggelb, und ansehnlich dicht ist. Die Auflösung des Bleyes in Säuren ist ungefärbt.

Vom Bley ist zu merken: 1) die *Bleyasche* (*cinis saturni, calx plumbi grysea*), der Kalk des Bleyes, der sich bey der Hitze bildet, die noch nicht das Glühen erreicht; 2) der *Masticot* (*corussa citrina, Oxide de plomb jaune* L.), der beym anfangenden Glühen des vorigen Kalts entsteht; 3) die *Bleyglätte* (*liethargium, Oxide de plomb demi-vitreux* L.), oder der Kalk, der eine anfangende Zusammensinterung beym Glühen erlitten hat; 4) die *Mennige* (*Minium, Oxide de plomb rouge* L.), die aus dem mit Wasser angefeuchteten *Masticot* durch Calciniren erhalten wird; 5) das *Bley*

Bleyweiß (*cerussa alba*), der durch die Dämpfe des Effigs gebildete Bleykalk; 5) das **Bleyglas** (*vitrum saturni*), das durch völlige Schmelzen aller vorhergesannenen Bleykalks entsteht, und die Grundlage der Glasur auf dem gemeinen Töpferzeuge ausmacht; 6) der **Bleyessig** (*acetum lythargyrii*, *Acetide de Plomb L.*), die Auflösung des Bleykalks in Effig, die durch Abdunsten zu 7) dem **Bleyzucker** (*saccharum saturni*), einem süßschmeckenden Salze anzieht, dessen süßer Geschmack eben zu der gottlosen Verfälschung des Weins mit Bleyglätte Anlaß gegeben hat.

§. 417. 6) **Kupfer** (*cuprum*, *Venus*). Es hat eine röthliche Farbe, ist sehr ductil und geschmeidig, von einer großen Zähigkeit, einer beträchtlichen Härte und ziemlichen Federkraft; es ist daher sehr klingend. Beim Reiben und Erhitzen zeigt es einen merklichen und widrigen Geruch. Zum Schmelzen erfordert es eine starke und Weißglühheize, die man auf 1450° Fahrenh. schätzt. Beim allmählichen Erhitzen unter dem Zutritt der Luft läuft es mit bunten Regenbogenfarben an, und wird endlich mit einem schuppigten Kalle, dem Glühespan, überzogen. In der Glühheize brennt das Kupfer, wenn die Luft Zugang haben kann, mit einer schönem grünen und blauen Flamme, und einem Rausche, der einen grüngrauen Kalk absetzt. An der Luft verliert das Kupfer bald seinen regulinischen Glanz, und wird, wenn diese feucht ist, auf der Oberfläche mit einem grünen Roste überzogen, den ein luftsaurer Kupferkalk ist. Fast alle Säuren greifen das regulinische Kupfer geradezu an, und geben damit blaue oder grüne Auflösungen.

Zu den merkwürdigsten Producten des Kupfers gehören 1) der **Kupfervitriol** (*vitriolum de cypro*, *Sulfate de cuivre L.*), in blauen Krystallen; 2) das **salzsaure Kupfer** (*cuprum muriaticum*, *Muriate de cuivre L.*); das bey der Verdünnung mit Wasser eine sompatische Rinte giebt, wovon die Schriftzüge beym Austrocknen

nen unsichtbar werden und durch Erwärmen wieder gelb zum Vorschein kommen; 3) das Spangrün, der Grünspan (*viride aeris*, *Oxide de cuivre verte* L.), ein luftsaurer, mit etwas Essigsäure verbundener Kupferkalk, durch Hilfe der Essigsäure gebildet; 4) der krySTALLISIRTE Grünspan (*viride aeris crystallisatum*; *Acetate de cuivre* L.), oder das krySTALLISIRTE essigsäure Kupfer; 5) die schön lasurblaue Auflösung des Kupfers in flüchtigem Laugensalze (*cuprum ammoniacale*; 6) das braunschweigische Grün, ein durch die Salzsäure des Salmiaks gebildeter Kupferkalk.

§. 418. 7) Eisen (*ferrum*, Mars). Rein einziges Metall ist einer solchen Abwechselung seiner Eigenschaften fähig, als das Eisen, dergestalt, daß man mit Recht eigene Arten desselben zu unterscheiden genöthigt wird. Dahin gehören: geschmeidig Eisen, Roheisen oder Gußeisen, und Stahl.

a) Geschmeidig Eisen (*ferrum cusum*, *ductile*). Es hat eine graulichweiße Farbe, einen lichtgrauen, glänzenden, faserigten und scharfen Bruch; seine Härte ist nicht viel größer, als die vom Kupfer; es läßt sich kalt und warm strecken und schmieden, und hat eine große Zähigkeit, eine beträchtliche Dehnbarkeit, eine mäßige Federhärte; es ist höchst schwerflüssig, und für sich allein unschmelzbar, außer beim Zutritt der Luft oder zwischen Kohlen, wo es in der anhaltenden Weißglühheize schmelzt, doch mit Veränderung seiner Eigenschaften. Schon in geringer Hitze wird das Eisen beim Zutritt der Luft verkalte. Es läuft erst mit bunten Regenbogenfarben auf der Oberfläche an, verwandelt sich dann in Glühspan oder Hammerschlag, was der unvollkommene Rost des Eisens ist, und dieser wird zuletzt beim anhaltenden Glühen unter dem Zutritt der Luft zu einem röthlichbraunen vollkommenen Rost, der auch ohne zu schmelzen durch Calciniren mit brennlichen Dingen wie

weder zum unvollkommenen Kalk herzustellen ist; auch an der Luft verwandelt es sich leicht in Rost; endlich gehört es noch zu den charakteristischen Merkmalen des geschmeidigen Eisens, daß es sich schmelzen läßt.

b) Gußeisen, Roheisen (*ferrum crudum*). Es läßt sich weder kalt noch warm schmieden oder strecken; wol aber bey einer anhaltenden Weißglühhitze, die man auf 1600 Grad Fahrenh. schätzt, für sich allein schmelzen; seine Farbe ist mehr oder weniger lichtgrau, sein Bruch nicht faserig, sondern mehr oder weniger feinkörnig; seine Härte und Sprödigkeit ausnehmend groß; es hat daher auch einen weit stärkern Klang, als geschmeidig Eisen; es rostet nicht so leicht, als dieses, und setzt nicht so leicht Stahlespan ab. Durch öfteres Glühen und Schmieden wird es in ersteres verwandelt.

c) Stahl (*chalybs*). Er ist Eisen, das, wenn es rothwarm glühet, nach dem plötzlichen Abkühlen im kalten Wasser, härter, spröder und unbiegsamer wird, vor dem Härten aber kalt und warm geschmeidig ist, und auch nach dem Härten durch neues Glühen seine Geschmeidigkeit wieder erlangt. Er hat einen weißen lichtgrauen Glanz, einen feinkörnigten Bruch; und ist einer ungemein großen Härte, aber auch auf der andern Seite wieder der Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit des geschmeidigen Eisens fähig. Er ist für sich allein schmelzbar, rostet später als geschmeidig Eisen, früher als Roheisen, und setzt später Stahlespan ab, als ersteres; er läuft mit lebhaften Farben des Regenhogens beim Erwärmen an, als das geschmeidige Eisen. Diese drey Sorten des Eisens scheinen nur durch das Verhältniß des Brennstoffs zum Eisentalk verschieden zu seyn, das im Roheisen am größten, im

im geschmelzbigen Eisen am kleinsten ist, und im Stahl das Mittel hält. Allen dreien Eisensorten ist es eigenthümlich, nicht nur vom Magneten gezogen zu werden, d. h. retractoelisch zu seyn, sondern auch selbst zum Magneten, d. h. attractorisch zu werden. — Das Eisen ist in allen Säuren auflöslich; doch nur dann, wenn es noch nicht vollkommen verkalft ist. Den vollkommenen Eisenkalß lösen wenige Säuren oder lösen ihn in geringerer Menge auf; daher trüben sich mehrere Eisensolutionen an der Luft, lassen Eisenoxyd fallen, und verändern ihre grüne Farbe in eine gelbe oder braune.

Es

schmelzt
vollkommen
erschlag
Eisen
d. h. in
Wasser
verfällt
Bitter
Lieber

§ 419. 8) Zinn (Stannum, Jupiter). Es hat eine glänzend weiße Farbe, die etwas bläulicher ist, als die vom Silber; es ist sehr weich, ziemlich dehnbar, wenig zähe, und von einer sehr geringen Härte. Es hat daher auch wenig Klang. Es macht, wenn man es biegt, oder zwischen den Fingern drückt, ein besonderes Geräusch; und hat, wenn es gerieben oder erhitzt wird, einen eigenthümlichen, etwas widerigen Geruch. Es schmilzt vor dem Glühen, bey dem 420 Gr. Fahrenheit, und verwandelt sich dann bey dem Zugang der Luft in ein graues Pulver, das bey dem anhaltenden Glühen endlich weißlich wird. Dieser vollkommene Zinnkalß ist höchst strengflüssig, und giebt auch mit verglasungsfähigen Substanzen sehr durchsichtiges, sondern ein mattweißes opakes

des Glas, und macht die Basis der weißen Email aus. Wenn das fließende Zinn unter dem Zutritt der Luft bis zum Glühen schnell erhitzt wird, so brennt es endlich mit einer kleinen hellweißen Flamme, und giebt einen weißen Dampf. An der Luft verliert das Zinn seinen regulinischen Glanz, doch weit langsamer, als Blei, und wird auch nicht mit einem eigentlichen Roste überzogen. Alle Säuren greifen das Zinn an; die Auflösungen sind, wenigstens bey einiger Verdünnung, ungesärbt.

Wir merken: 1) die Zinnasche (*cinis stanni. Oxide Zetain grus L.*), oder den vollkommenen Zinnkalk. 2) Libav's rauchenden Spiritus und die Zinnbutter (*liquor fumans Libavi; butyrum stanni. Muriate a' etiam fumant und concret L.*), eigentlich die concentrirte Verbindung der Salzsäure mit dem vollkommenen Zinnkalk. 3) Die Composition der Färber, oder die Auflösung des Zinns in Königswasser.

§. 419. 9) Zink (Zincum). Ein bläulichweißes Metall, das zwischen dem spröden und dehnbaren das Mittel hält, oder halbgeschmeidig ist, und auf dem Bruche eine krystallinische Fügung nicht unbedeutlich zeigt. Er schmelzt kurz vor dem Glühen, und brennt endlich beim Glühen unter dem Zutritt der Luft mit einer außerordentlich hellen und blendenden Flamme, aus der sich ein sehr lockerer und ungemein weißer Kalk erhebt, der im Feuer sehr beständig ist. An der Luft leidet der Zink nur wenig Veränderung; er verliert seinen metallischen Glanz nur langsam, ohne eigentlich zu rosten. Beim Ausschluß der Luft ist er in der Glüh Hitze flüchtig und läßt sich unzersezt aufstreiben. Er löst sich in allen Säuren auf, und giebt damit ungesärbte Auflösungen.

Von seinen Producten nenne ich nur 1) die *Zinkblumen* (*flores Zinci. Oxide de Zinc sublimé L.*), oder den vollenkommenen Kalk des Zinks, und 2) den weißen *Zinkvitriol* (*vitriolum Zinci. Sulfate de Zinc L.*).

§. 420. 10) **Wismuth** (*Bismuthum*). Ein erdlich weißes sehr sprödes Metall, das ein blättriges Gefüge hat, ziemlich hart ist, noch vor dem Glühen schmilzt, bey 460 Gr. Fahrenh., bey dem Glühen unter dem Zutritt der Luft dampft und brennt, und sich bey dem Ausschluß der Luft in der Hitze unzersezt in die Höhe treiben läßt. Beym Schmelzen vor dem Glühen verwandelt er sich unter dem Zutritt der Luft leicht in einen gelb bräunlichen Kalk, der bey dem Schmelzen in ein gelbes durchsichtiges Glas übergeht. Das wirksamste Auflösungsmittel für ihn ist die Salpetersäure. Die Auflösungen desselben sind ungefärbt, und die Niederschläge daraus weiß.

Ich merke bloß den *Wismuthkalk*, das *Schminkeweiß* (*calx bismuthi. Oxide de bismuth blanc L.*), oder den Niederschlag desselben aus der Auflösung in Salpetersäure durch bloßes Wasser.

§. 421. 11) **Nickelmetall** (*regulus Niccoli*). Es hat eine lichtgraue Farbe; ist etwas streckbar, und sehr fest; hat einen körnigen Bruch, keinen Geruch und Geschmack; wird vom Magnet gezogen; ist sehr strengflüssig, und schmilzt erst bey einer Hitze, wobey Eisen fließt; er ist sehr feuerbeständig, und verwandelt sich schwer in einen schönen hellgrünen Kalk, der mit dem Borax zu einem hyacinthfarbenen Glase schmilzt. Die Auflösungen des Nickelmetalls in Säuren sehen grün aus, wie die des Kupfers, und das flüchtige Paugensalz liefert mit dem Nickelsalze auch eine blaue Auflösung.

§. 422. 12) Arsenikmetall (*regulus arsenici*). Ein sehr sprödes Metall, von einer Bleifarbe auf dem frischen Bruch, und von einer beträchtlichen Härte, die sehr bald seinen metallischen Glanz verliert und schwarz. Im Luft verliert sich beym Ausfluß der Asche. Unter dem Zusehen leicht, und entzündet sich in Flamme, die einen sehr scharfen eigenen Knoblauchsgeruch, der sich als ein weißlicher Kalk ansetzt, und selbst noch flüchtig ist (weißer Arsenik), weil er noch Brennbare enthält. Dieser Kalk zeigt eine salzigte-säuerliche Natur, und wird zu einer öhligen Säure, wenn er durch Hülfe der Salpetersäure ganz dephlogistisirt worden ist. (Arseniksäure §. 361). Die Verbindungen des Arsenikmetalles mit Säuren sind ungefärbt.

Von den Producten des Arseniks sind hier anzuführen: 1) weißer Arsenik (*arsenionum album*, *Oxide d'arsenic blanc*), der unvollkommene, oder noch phlogistisirte Kalk des Arsenikmetalles, der durch eine Sublimation gewonnen wird; 2) Arseniksäure, (*acidum arsenici*, *Acide arsenique L.*) der vollkommene Kalk des Arsenikmetalles. (h. 361.).

§. 423. 13) Kobaltmetall (*cobaltum*, *regulus cobalti*). Seine Farbe ist weiß, fällt aber etwas ins Graulichblaue, sein Bruch ist feinkörnigt; es ist spröde und zerfällt unter dem Hammer; doch zeigt es im Zustande der größten Reinigkeit Ductilität. Es ist sehr strengflüssig, und braucht zum Schmelzen eine Hitze, woben Kupfer flieht; nach dem langsamen Erkalten zeigt es auf seiner Oberfläche eine kegelförmige Bildung. Es ist feuerbeständig. Es ver-

liert seinen Brennstoff schon vor dem Schmelzen durch anhaltendes Glühen und Rösten, wie das Eisen, beim Zugange der Luft. Der Kalk des Kobaltmetalles ist schwärzlich; bergemischter Arsenik macht ihn röthlich oder braun. Dieser Kalk ist für sich sehr schwer zu schmelzen; durch das Schmelzen aber geht er in ein Glas über, das so dunkelblau ist, daß man es schwarz nennen könnte; mit anderm Glase verdünnt, wird es aber schön blau. Die Auflösungen des Kobalts in Säuren sehen röthlich aus. Das Kobaltmetall zeigt Magnetismus.

Ich nenne von den Producten dieses Metalles: 1) die Zäfer oder den Saffor, der geröstete Kobaltkalk, der mit zart gepulvertem Sande oder Kiesel vermengt ist; 2) die Smalte oder blaue Stärke, das durch Kobaltkalk blau tingirte und fein gemahlene Glas; 3) der Kobaltvitriol (*vitriolum cobalti*, *cobaltum vitriolatum*, *Sulfate de cobalt* L.) in schönen rothen Krystallen; 4) Zellerss sympathetische Tinte, die man so verfertigt, daß man einen Theil Kobaltmetall, oder auch den gerösteten Kalk davon in drey Theilen Scheidewasser durch Digestion auflöst, die Auflösung mit 24 Theilen Wasser verdünnt, durchseihet, einen Theil Kochsalz zusetzt, und nach dem Auflösen wieder durchseihet. Die Schriftzüge damit verschwinden in der mäßigen Temperatur und in der Kälte auf dem Papier; kommen aber beim Erwärmen des Papiers schön grün wieder zum Vorschein, verschwinden wieder beim Erkalten, und so fort. Das Wesentliche der Tinte ist küchensalzsaurer Kobalt. 5) Ilsemanns blaue sympathetische Tinte. Man kocht Einen Theil reinen Kobaltkalk in 16 Theilen destillirten Weinessig in einem Glaskolben im Sandbade, bis etwa vier Theile Essig übrig bleiben; seihet die Auflösung durch, die rosenroth ausssehen muß; dann läßt man sie noch um die Hälfte verdampfen, setzt den vierten Theil des angewandten Kobalts an küchensalz zu, und läßt es zusammen in der Wärme auflösen. Die damit gemachten Schriftzüge verschwinden in der Kälte, kommen aber in der Wärme schön blau zum Vorschein, und verschwinden wieder in der Kälte.

§. 424. 14) **Spießglanzmetall** (stibium, regulus antimonii). Es hat eine weiße Farbe, ist mäßig hart, und so spröde, daß es sich leicht pulvern läßt. Es hat ein grobstrahliges Gefüge, und nimmt nach dem Schmelzen und ruhigen Erkalten auf der Oberfläche eine sternförmige Bildung an. In der Luft verliert es nur wenig von seinem Glanze und roßet nicht eigentlich. Es besitzet weder Geruch, noch Geschmack. Es schmilzt bey dem Glühen in einer Hitze, die man auf 810 Gr. Fahrenheit. schätzt. In der Weißglüh Hitze läßt es sich in verschlossenen Gefäßen in die Höhe treiben; bey dem Zutritt der Luft hingegen verwandelt es sich in einen weißen Rauch, der sich in Gestalt weißer glänzender Nadeln anlegt, die einen unvollkommenen Kalk des Spießglanzmetalles vorstellen und daher auch noch flüchtig sind. Der vollkommene Kalk, der auch weiß aussieht, ist feuerbeständig, und höchst strengflüssig. Die Auflösungen des Spießglanzmetalles in Säuren sind ungefärbt.

Von den zahlreichen Zubereitungen des Spießglanzmetalles merke ich nur: 1) das Glas vom Spießglanze (*vitrum antimonii*, *Oxide d'antimoine sulfureux vitreux* L.), den geschmolzenen und mit etwas Schwefel verbundenen unvollkommenen Spießglaskalk; 2) das Schweißtreibende Spießglas (*antimonium diaphoreticum*), oder den vollkommenen Kalk des Spießglanzmetalles; 3) die Spießglanzbutter (*butyrum antimonii*, *Muriate d'antimoine fémant* L.), oder die concentrirte Verbindung des Spießglanzkaltes in Küchenessigsäure; 4) den Brechweinstein (*tartarus emeticus*), die Verbindung des Weinsäures mit unvollkommenem Spießglaskalke.

§. 425. 15) **Braunsteinmetall** (magnesium). Es ist weiß von Farbe, hart und spröde, von einem körnigen Bruche, sehr strengflüssig und schmilzt später, als Roheisen. Auch ohne zu schmelzen wird es im Feuer

Feuer leicht verflucht und in ein schwarzes Pulver verwandelt; dies geschieht auch in der Luft. Dieser Kalk ist äußerst feuerbeständig. Die Aufösungen des reinen Braunsteinmetalles in Säuren sind fadenlos.

Id

1) den rohen
nelli, Oxide de
alkommene Kalk
tächliche Mens
s er erst beim
weswegen man
rzüglich anwens
Man nimmt
eil Braunstein;
ält das Gemens
bis die Masse
es erdigtes Aus
gut verstopfen
etwas von dem
wirft, so wird
is kröhlich und
Braunstein fällt

§. 426. 16) Molybdänmetall (Scheelium).
Es ist in dem Wasserbley (molybdaena) mit etwas Schwefel vereinigt. Sein Kalk zeigt eine saure Natur, und ist oben (§. 362.) unter dem Namen der Wasserbleysäure aufgeführt worden. Die Fällung dieses Kalks aus Säuren durch Blutlauge, die Kraft desselben, das Glas zu färben, und die Fähigkeit, mit Bezhülfe von brennbaren Reductionsmitteln mit andern Metallen eine Vereinigung einzugehen, setzen seine metallische Natur außer Zweifel, ob man gleich diesen Kalk für sich noch nicht zu einem massiven Regulus hat zusammenschmelzen können, woran hauptsächlich die Flüchtigkeit des Kalkes schuld ist.

Von

Von den Producten aus Reineisenmetall erwähne ich blos des blauen Carmins. (J. B. Richter über die neuern Gegenstände der Chemie. St. II. Bresl. u. d. Gutsch. Berg 1792. 8. S. 97.)

§. 427. 17) Wolframmetall (Wolframium). Die metallische Substanz, die einen Bestandtheil des Lungsteins oder Schwersteins und des Wolframs ausmacht. Der Kalk dieses Metalles ist gelb von Farbe, und hat Eigenschaften einer Säure; daher ist er schon oben (§. 363.) unter dem Namen der Wolframsäure erwähnt worden. Die Reduction des reinen Kalles zu einem massiven Regulus ist bis jetzt noch zweifelhaft, obgleich andere Eigenschaften desselben seine metallische Natur außer Zweifel setzen.

§. 428. 18) Uranium. Dies Metall ist erst von Hrn. Klaproth entdeckt worden, und sein Kalk macht einen Bestandtheil in der sogenannten Prechblende und dem grünen Glimmer. Dieser Kalk hat eine gelbe Farbe, und liefert mit der Salpetersäure zersetzende Krystalle. Seine Eigenschaft, aus den Säuren durch Blutlange gefällt zu werden, und das Glas zu färben, beweisen seine metallische Natur. Einen massiven Regulus konnte Hr. Klaproth aus dem Kalle durch Reduction nicht erhalten; der, welchen Hr. Richter erhielt, scheint doch vom phosphorsauren Eisen nicht frey gewesen zu seyn.

Chemische Untersuchung des Uranits, einer neu entdeckten metallischen Substanz, vom Hrn. Prof. Klaproth; in Crells chem. Annalen. 1789. B. II. S. 387. ff. J. B. Richter über die neuern Gegenstände der Chemie, vorzüglich das neu entdeckte Halbmetall Uranium. Regensburg, 1791. S. 1. ff.

E r d h a r z e.

§. 429. Erdharze (Bitumina) nenne ich diejenigen entzündlichen mineralischen Substanzen, die bei ihrer Destillation eine öhligte Flüssigkeit geben. Ich unterscheide sie dadurch vom Schwefel, von dem sie, wie von allen andern mineralischen Substanzen, durch eine scharfe Gränzlinie abgefondert stehen. Ihre Mischung, so wie mehrere ihre Lagerstätte bezeugende Umstände zeigen offenbar ihren organischen Ursprung an. Als Gattungen derselben unterscheidet man 1) Naphtha, 2) Erdöhl, 3) Erdpech, 4) Steinkohle, 5) Kohlenblende, 6) bituminöses Holz, und 7) Bernstein. Der Honigstein scheint nicht hieher zu gehören.

§. 430. 1) Die Naphtha, oder der Bergbalsam, ist das flüchtigste und entzündlichste Erdharz. Sie verdunstet leicht, läßt sich mit Wasser ganz überdestilliren, hat einen starken und durchdringenden Geruch, eine weißgelbliche Farbe, brennt mit einer ruhigen Flamme, löst sich nicht im Wasser und nicht im Weingeiste auf, und scheint ihrer Entstehung nach ein, durch unterirdische Hitze aus andern festen Erdharzen erzeugtes, feineres empyreumatisches Oehl zu seyn. Brennstoff, Wasser, Luftsäure, und wahrscheinlich eine andere Säure, deren Natur noch nicht bestimmt ist, machen ihre Mischung aus.

§. 431. 2) Das Bergöhl, Steindöhl, Erdöhl, (Petroleum) zeigt fast dieselbigen Eigenschaften, als das vorige Erdharz, nur daß es unangenehmer vom Geruch, minder flüchtig, und minder entzündlich ist, ob es sich gleich, zumal nach der Erwärmung, leicht

leicht genug anzünden läßt. Es brennt auch mit einer rußigten Flamme, und ist weder im Wasser; noch im Weingeiste auflösbar. Es hat dieselben Bestandtheile, als die Naphtha, und scheint ein durch etwas stärkere Hitze erhobenes empyreumatisches Oehl anderer Erdharze zu seyn.

§. 432. 3) Vom Erdpech unterscheidet man *zähes oder Bergtheer* (*Codria terrestris*, Malta), *erdiges*, und *schlackiges oder Asphalt* (*Judenspech*). Alle diese Arten zeigen einen starken Geruch, zumal beim Reiben oder Erhitzen, und brennen mit einer starken und rußigten Flamme. Brennstoff, Luftsaure und eine eigene Säure, die sehr wahrscheinlich Bernsteinäure ist, nebst etwas Wasser, sind ihre Bestandtheile.

§. 433. 4) *Steinkohle* (*lithanthrax*, *carbo fossilis*). Man unterscheidet davon mehrere Arten, als *Pechkohle*, *Glanzkohle*, *Schieferkohle*, *Blätterkohle* und *Grobkohle*. Sie verbrennen mit Flamme, Rauch und Ruß, unter einem unangenehmen Geruch, der aber bey reinen Kohlen keinesweges schweflicht ist. Durch das sogenannte *Abschwefeln* derselben, was im Grunde eine Art von trockner Destillation derselben ist, werden sie erst eigentlich verkohlt. Wasser, Weingeist und Oehle zeigen keine auflösende Kräfte auf die Steinkohlen, und mit Unrecht nimmt man in ihnen ein Harz als Bestandtheil an. Brennstoff, Luftsaure, flüchtiges Laugensalz, Säure, *Thonerde* und *Eisen* machen ihre Bestandtheile aus.

§. 434. 5) *Kohlenblende*. Mit Unrecht nannte man diese Substanz auch *unverbrennliche Steinkohle*. Sie ist allerdings verbrennlich, aber bey

weils

weitem nicht so leicht, als gemeine Steinkohle. Ihre Entzündlichkeit zeigt sich am besten durchs Verpuffen mit Salpeter. In Ansehung ihrer Mischung, besonders was ihre flüchtigen Bestandtheile betrifft, herrscht noch einige Ungewißheit. Brennstoff, Wasser, Lufthäure, Kiesel-erde, Thonerde, Kalkerde und Eisen sind als Bestandtheile darin entdeckt worden.

Chemische Untersuchung des Liebschwitzer Steinkohlendühhls von Sossils, von Hrn. Wiegand, in Crells Chem. Annalen 1790. B. II. S. 29. ff.

§. 435. 6) Bituminöses Holz (Spissaxylon). Man unterscheidet vollkommen bituminöses Holz und bituminöse Holzerde (Erdkohle). Es ist Holz, dessen Harz entweder in Erdharz übergegangen, oder das mit Erdharz durchdrungen worden ist.

Noch gehören hieher der bituminöse Maunschiefer, der bituminöse Niergelschiefer, und der Torf.

§. 436. 7) Bernstein (Succinum, Electrum). Ein Erdharz, das mit einem angenehmen Geruch verbrennt, einen glasigen Bruch besitzt, durchsichtig, durchscheinend, oder auch ganz undurchsichtig ist, sich schleifen und poliren, aber sonst leicht zerreiben läßt, und spröde ist. Seine Farbe geht von dem braungelben bis zur weißen über. Er enthält oft Stückerlen von Holz, Blätter, Moos, Landinsecten, und Luftblasen in sich, und dies sowohl als seine Zergliederung macht seinen vegetabilischen Ursprung sehr wahrscheinlich. Er läßt sich nicht schmelzen, ohne in seiner Mischung gar sehr verändert zu werden. Er verbrennt mit Flamme, mit Rauch und mit Rauf. Brennstoff, Lufthäure, Wasser, und eine eigene Säure, die oben (§. 364.) unter dem Namen der Bernsteinsäure aufgeführt ist, die aber selbst noch un-
men

wengesehster Natur ist, machen seine Mischung aus. Die milden und ätherischen Oehle lösen ihn nur erst dann vollkommen auf, wenn er durchs Rösten einen Theil seiner Säure verlohren hat.

* * *

§. 437. Der Schwefel (Sulphur) ist ein fester, geschmackloser Körper, von einer blägelben Farbe, der sich nicht im Wasser, wohl aber in Oehlen auflösen läßt, in der Temperatur der Luft an derselben keiner Veränderung unterworfen ist, in mäßiger Hitze schmilzt, dabey aber in verschlossenen Gefäßen nicht zersetzt wird, sondern sich in die Höhe treiben läßt, beym Zutritt der Luft aber sich mit einer bläulichen Flamme entzündet, und mit einem erstickenden sauren Geruche verbrennt, ohne Rückstand zu hinterlassen. Die Bestandtheile dieser merkwürdigen Materie sind bloß brennbares Wesen und Bitriolsäure.

Nach Hrn. Lavoisier ist der Schwefel (*souffre*) einfach, und wird zur Bitriolsäure (*acide sulfurique*), wenn sich der Sauerstoff (*Oxygene*) damit in gehöriger Menge verbindet.

§. 438. Die feuerbeständigen reinen Alkalien lösen den Schwefel beym Schmelzen leicht auf, und geben damit eine, nun auch im Wasser auflösbare, Masse, die den Namen Schwefelleber (*hepar sulphuris*) führt. Auch auf nassem Wege lösen sie den Schwefel durch Hülfe der Hitze leicht auf. Das stärkste ägende Alkali, imgleichen die Kalkerde und Schwererde, geben auch mit dem Schwefel Schwefelleberarten.

Man hat also: 1) Schwefelleber aus Gewächsalkali (*alkali vegetabile sulphuratum, Souffre de potasse L.*)
2) Schwefelleber aus Mineralalkali (*alkali minerale sulf.*)

Sulphuratum, *Sulfure de Sonde* L.). 3) Schwefelleber aus flüchtigem Alkali, *Begains* rauchender Geist, flüchtige Schwefelleber (*alkali volatile sulphuratum, Sulfure a' ammoniacque* L.). 4) Schwefelleber aus Kalkstein, Kalkleber, kalkerdigte Schwefelleber (*Calx sulphurata, Sulfure de chaux* L.). 5) Schwefelleber aus Schwererde (*terra ponderosa sulphurata, Sulfure de baryte* L.).

§. 439. An der resp: abeln Luft verwittert die Schwefelleber, und verwandelt sich mit der Zeit in ein vitriolisches Neutral: oder Mittelsalz. Der Brennstoff ihres Schwefels tritt nemlich an die respirable Luft, während das Laugensalz oder die Erde die Vitriolsäure des Schwefels anzieht. Bey der Auflösung der trockenen Schwefelleber im Wasser entwickelt sich ein sehr starker unangenehmer Geruch, der noch stärker wird, wenn man eine Säure zusetzt. Es entwickelt sich hierbey eine eigene Lustart (Schwefellebergas), und die Schwefelleber wird durch die Säure zerlegt, die sich mit dem Laugensalze oder der Erde der Schwefelleber verbindet, worauf der Schwefel als ein weißliches Pulver niederfällt (Schwefelmilch).

§. 440. Auch mit den Metallen verbindet sich der Schwefel beim Zusammenschmelzen, wenn man dabey das Abbrennen des Schwefels verhütet; nur Gold, Platina und Zink löst er nicht auf. Diese Schwefelmetalle (*Sulfures metalliques* L.) haben nicht mehr die Eigenschaften reiner Metalle. In ablen aber ist der Schwefel nicht mit dem Metallsalze, sondern mit dem regulinischen Metalle verbunden.

Beispiele dieser Schwefelmetalle giebt uns:

1) Der Schwefelkies (Pyrites), die natürliche Verbindung des Schwefels und Eisens mit oder ohne Kupfer. . ,

2) Der

- 2) Der Zinnober (Cinnabaris), die künstliche oder natürliche Verbindung des Quecksilbers mit Schwefel.
- 3) Das Opperment (Auripigmentum), die natürliche Verbindung des Arsenikmetalles mit Schwefel.
- 4) Der gelbe und rothe Arsenik, die künstliche Verbindung des Arsenikmetalles mit Schwefel.
- 5) Das Nussingold, die künstliche Verbindung des Zinns mit Schwefel.

§. 441. Wenn man eine Auflösung der Schwefelleber in Wasser zu der Auflösung eines Metalles in einer Säure schüttet, so vereinigt sich durch eine doppelte Wahlverwandtschaft das Metall mit dem Schwefel, während das Laugensalz oder die Erde der Schwefelleber an die Säure tritt.

Hierher gehört die Weinprobe, um das Daseyn des Bleies in Wein zu entdecken. Man nimmt zwey Loth ungelöschten Kalk und ein Loth fein geriebenes Opperment, überschüttet es in einem zugestopften Glase mit 32 Loth Wasser, digerirt es unter beständigem Umschütteln, gießt dann die Flüssigkeit klar ab, und hebt sie in einem wohlverklopften, ganz angefüllten Glase auf. Sie ist die Auflösung der kalkerdiigten Schwefelleber, die noch Arsenikmetall enthält, was an sich zur Weinprobe nichts beiträgt. Tröpfelt man nun von dieser Flüssigkeit zu bleyhaltigem Weine, so entsteht ein schwarzbrauner Niederschlag aus der Verbindung des Schwefels mit dem Blei, während sich die Säure des Weines mit der Kalkerde verbindet. Allein auch andere Metalle werden dadurch aus dem Weine gefällt, und die Probe ist also nicht untrüglich. Hr. Zahnemanns Weinprobe ist nicht untrüglich.

§. 442. Eigene Gattungen brennbarer Mineralien machen noch der Diamant und das Reißbley aus. Die äußern Eigenschaften des Diamanten bestimmten die Naturforscher ehemals, ihn zu den Steinen zu rechnen, und in die Klasse der Erdbarten zu versetzen. Schon ältere Versuche, die der Großherzog von Toscana, Cosmus der Dritte, 1694 und 1695 anstellen ließ, zeigten indessen seine Ver-

Auch:

318 II. Theil. 1. Abschnitt. 2. Hauptstück.

flüchtigung im Feuer, und neuere, besonders in Frankreich, seit 1768 gemachte Erfahrungen beweis-
sen, daß er nicht nur in der Hitze flüchtig, sondern
auch verbrennlich sey. Seine Mischung ist indeßem
noch unbekannt.

§. 443. Das Reißbley, der Graphit (Plumbago) muß nicht mit dem Wasserbley verwechselt werden. Es erleidet in verschlossenen Gefäßen keine Veränderung; wird aber bey anhaltendem Glühen unter dem Zutritt der Luft ganz, obgleich langsam, zerstört. Luft, Wasser und Oehle wirken nicht darauf. Die reinen feuerbeständigen Laugensalze zerlegen es aber in der Schmelzhitze und werden dadurch luftsauer. Der Salpeter verpufft damit im Glühen lebhaft. Seine Bestandtheile sind Luftsäure und Brennbares, nebst etwas Eisen.

Zweytes Hauptstück.

Bestandtheile der Pflanzenkörper.

§. 444.

In den organischen Körpern sind mehrere einfache Stoffe höchst mannigfaltig unter einander verbunden, und diese bringen durch ihre Vereinigung Zusammensetzungen hervor, die als solche darin existiren. Ich nenne diese natürlichen Gemische nähere Bestandtheile der organischen Körper. Sie bestehen oft aus einerley einfachen Bestandtheilen, die nur dadurch, daß sie in verschiedenen Verhältnissen vereinigt sind, Verschiedenheit der Natur zeigen. Wir wollen hier erst diese nähern Bestandtheile der Pflanzen-

Pflanzenkörper betrachten, wobei ich ihre Mischung, oder ihre einfachern Bestandtheile, so weit solche bekannt sind, unter dem Text mit angehen werde; und dann nachher die Producte, die sie bey ihrer Zerlegung im Feuer geben, folgen lassen.

Nähere Bestandtheile der Pflanzenkörper.

§. 445. Zu den nähern Bestandtheilen (§. 444.) der Körper des Pflanzenreichs rechne ich: 1) Schleim oder Gummi, 2) Harz, 3) Kleber, 4) starkeartigen Theil, 5) Zucker, 6) Weinsäure, 7) Sauerkleesäure, 8) Citronensäure, 9) Apfelsäure, 10) Essigsäure, 11) Benzoesäure, 12) zusammenziehenden Stoff, 13) fettes Oehl, 14) ätherisches Oehl, 15) Kampher, 16) scharfen Stoff und 17) narcotischen Stoff.

§. 446. 1) Der Schleim (mucilago), das Gummi, löst sich im kalten und heißen Wasser, aber nicht im Weingeiste und in ätherischen Oehlen auf, er ertheilt dem Wasser Viscosität, ohne erheblichen Geschmack, ist im reinen Zustande, nach dem Austrocknen durchsichtig, geruchlos, in der Wärme nicht zergehend, spröde und zerreiblich. Er ist ein vorzüglicher Bestandtheil aller und jeder Pflanzen und ihrer Theile; nur läßt er sich nicht aus allen, wegen der zu gleicher Zeit darin befindlichen und auch in dem Wasser auflösbaren, andern Bestandtheile, gleich rein darstellen. Aus einigen Gewächsen quellt dieser Schleim auch von selbst aus.

Die Bestandtheile des Schleimes sind: Brennstoff, Luftsäure, und Wasser, nebst etwas Kalkerde, Phosphorsäure und Gewachssalkali; doch scheinen die drey letztern außerwesentlich zu seyn.

Nach

Nach Hrn. Lavoisier besteht der Schleim aus Wasserstoff (Hydrogene), Kohlenstoff (carbone), und Sauerstoff (oxygene).

§. 447. 2) Das Harz (Resina) ist im Weingeiste und ätherischen Oehle, aber nicht im Wasser auflösbar, zergeht in der Wärme und wird flüssig, läßt sich an der Flamme leicht entzünden, brennt mit einer ruhigten Flamme, und hinterläßt eine Kohle nach dem Abbrennen. Verschiedene Gewächse lassen das Harz entweder durch gemachte Einschnitte, oder auch, zumal im Alter, von selbst hervorquellen. Gewöhnlich sind diese natürlichen Harze mit ätherischem Oehl verbunden und dadurch verdünnt; sie haben davon Geruch und flüssige Consistenz, und heißen natürliche Balsame. Erst nach dem völligen Verdunsten des Oehls bleibt das reine Harz zurück. Die Gummiharze (Gummi resinae) lösen sich weder im Weingeiste noch im Wasser vollkommen auf.

Beispiele von Harzen giebt der Mastix, das Wacholderharz oder der Sandarac, der Weihrauch (Olibanum); und von natürlichen Balsamen der Terpenthin, von welchem nach Abscheidung seines ätherischen Oehls (des Terpenthinöehls) das Geigenharz (Colophonium) übrig bleibt.

Die Bestandtheile des Harzes sind Brennstoff, Luftsäure, und Wasser; nur ist der Brennstoff darin in einem weit ärthern Verhältniß als im Schleime. Nach Hr. Lavoisier besteht das Harz aus Wasserstoff, Kohlenstoff, und Sauerstoff.

§. 448. Eine Materie eigener Art macht das Federharz (Gummi elasticum, Caoutchouc) aus. Es löst sich weder im Wasser, noch im Weingeiste auf, wohl aber durch Hülfe der Wärme in fetten und ätherischen Oehlen, und auch im Aether. In der Dige läßt es sich, wie die Harze, erweichen,
und

Bestandtheile der Pflanzenkörper. 323

und löst endlich zu einer schwärzlichen Masse; nimmt aber nach dem Erkalten die Federkraft nicht wieder an. Es brennt auch in der Flamme eines Lichts. ;

§ 449. Die Samen der Getraidearten gehen durchs Zermahlen und Durchsieben das bekannte Mehl, das sich auch aus einigen andern Theilen der Pflanzen, wie aus einigen Wurzeln und

übergeht. Concentrierte Säuren und ätzende Alkalien lösen sie auf; doch letztere nur in der Hitze. Diese Materie heißt 3) der Kleber (Colla). Sie ist dem käsigen Theile der Milch, oder noch mehr dem fadenartigen Theile im Blute analog; und macht in Verbindung mit den übrigen nähren Bestandtheilen des Mehls den vorzüglichsten nährenden Stoff daraus. Im Weizenmehle ist dieser Kleber am häufig-

fasten; und andere Wehlarten sind desto weniger nährend, je geringer das Verhältniß desselben dazu zu den übrigen Bestandtheilen ist.

Der Kleber ist zusammengesetzt aus Brennstoff, Luftsäure, flüchtigem Laugensalze, Phosphorsäure, Kalkerde und Wasser, nach dem Lavoisierschen System besteht er aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Phosphor, Stickstoff (Azote), Sauerstoff und Kalkerde.

ausmacht.

Die Bestandtheile des
und Wasser; der
Verhältniß, als im
zu seyn, als in
Hrn. Lavoisier
Kohlenstoff und

Brennstoff, Luftsäure,
in einem geringern Ver-
aber in einem größern
Nach dem System des
rärte aus Wasserstoff,

§. 451. 5) Der Zucker (Saccharum) macht ein
eigenes, wesentliches Salz der Pflanzen aus, das
eis

eine besondere Gattung der zusammengesetzten Salze (§. 353.) ausmacht. Unser gewöhnlicher Zucker wird aus dem Saft des Zuckerrohrs durchs Abbrauchen erhalten, und stellt nach der völligen Reinigung von andern Theilen ein festes, weißes Salz dar; von einem süßen Geschmack, das sich im Wasser leicht, und auch im Weingeiste auflöst, und sich auch in regelmäßiger Gestalt krystallisiren läßt, wie der Candiszucker beweist. Er macht die Lackmustrinctur nicht roth, das Curcumapapier nicht braun. Auf glühenden Kohlen verbrennt stößt er einen stechend säuerlichen Dampf aus, verpufft mit Salpeter, und geht nach der Verdünnung mit Wasser in die weinigte und endlich in die Essiggährung über. Der Zucker ist in dem Pflanzenreich ziemlich häufig verbreitet, und ein und derselbe Bestandtheil in allen süßschmeckenden Früchten und Pflanzen; nur läßt er sich freylich wegen der übrigen schleimigten und auszugartigen Theile nicht aus allen gleich rein, und noch weniger vortheilhaft darstellen.

Der Zucker besteht aus Brennstoff, Luftsäure, und Wasser; der erstere scheint darin in einem geringern Verhältniße zu seyn, als im Schleime. Nach dem Lavoisierschen System ist er aus Wasserstoff, Kohlenstoff, und Sauerstoff zusammengesetzt.

§. 452. 6) Die Weinsteinssäure (*Acidum tartari*) ist ein Bestandtheil des Weinstein (*Tartarus*), eines wesentlichen Pflanzensalzes, das sich aus dem Moste, zumal aus herbem, bey der Weingährung scheidet; und worin sie mit dem Gewächssalkalt verbunden, aber noch nicht gesättigt ist, so daß auch der Weinstein deswegen als ein säuerliches Salz erscheint. Selt ist sie aber auch noch in einigen

sauren Früchten, wie z. B. in den Lambrunden, in den Beeren des Gerberbaums, enthalten. Man scheidet sie aus dem Weinstein dadurch, daß man

ge Säure mit
leiser weinsteinsäure durch Pflasterde zum
Kalkerde zum
insäure schließt
an der Luft be-
den, und eine
brennen.

, Luftsäure und
e darin in einem
denn dieser vor-
sierung in Weins-
ht die Weinstein-
Kohlensäure mit

§. 453. Die Weinsteinsäure liefert eigene Neus-
trals- und Mittelsalze mit den Alkalien und Erden,
Nemlich

- 1) mit Gewächssalkali: tartarisirtem Weinstein
(Tartarus tartarizatus.
Tartrite de Potasse L.)
- 2) mit Mineralalkali: weinsteinsäures Mineral-
alkali (alkali minerale
tartarizatum. Tartrite de
Soude L.)
- 3) mit flüchtigem Alkali: Weinsteinsalmiak (alkali
volatile tartarizatum.
Tartrite d' ammoniacque
L.)
- 4) mit Kalkerde: Weinsteinseide (calx tar-
tarizata. Tartrite de
chaux L.)

n. f. w.

Don

Von diesen weinsteinsäuren Doppelsalzen sind die mit Weinstein bereiteten dreifachen Salze zu unterscheiden. Wenn nemlich Weinstein mit Gewächssalkali gesättigt wird, so erhält man zwar nur ein Doppelsalz, tartarifirten Weinstein; wenn man ihn aber mit Mineralalkali, oder mit flüchtigem Alkali sättigt, so bringt man außer dem im Weinstein schon enthaltenen Gewächssalkali noch ein anderes Alkali hinzu, und erhält folglich ein Neutralsalz mit zweyerley Alkalien verbunden. So entsteht

1) mit Weinstein und Mineralalkali: Seignettesalz
(Sal Seignette).

2) mit Weinstein und flüchtigem Alkali: auflösliches
Weinstein (Tar-
tarus solubilis).

§. 454. 7) Die Sauerkleesäure oder Zuckersäure (Acidum oxalinum, sacchari) ist im Sauerkleesalze (Sal acetosellae) mit einem Theile Gewächssalkali verbunden, aber nicht damit gesättigt, so daß dieses auch als ein wesentliches saures Salz erscheint. Sie läßt sich auch durch Kunst aus dem Zucker, der Stärke, dem Schleime, der Weinsteinsäure, und andern Pflanzenstoffen, dadurch darstellen, daß man diese vermittlest der Salpetersäure bis auf einen gewissen Grad entflammbar. Sie ist auch von der Weinsteinsäure nur durch ein minderes Verhältniß ihres Brennstoffs zu den übrigen Bestandtheilen unterschieden. Sie schiebt in spießigten, oder dünnen vierseitigen prismatischen Krystallen an, die sehr sauer schmecken, an der Luft in der Wärme verwitern, in der Hitze zerfällt werden, und sich auch brennbarhaltig zeigen.

Die

§ Die Sauerfleetsäure besteht aus Bernsteinstoff, Essigsäure und etwas Wasser; das erstere ist, wie gesagt, darin in einem bestimmten Verhältnisse gegen die übrigen Bestandtheile der Weinsäure. Daher läßt sich auch durch einen Theil ihres Brennstoffes die Sauerfleetsäure in jene umwandeln. Reiner ist die Sauerfleetsäure (Acidum tartaricum) aus dem Bernsteinstoff, Kohlenstoff, und Sauerstoff und zwar ist letzterer darin in einem bestimmten Verhältnisse gegen die übrigen Bestandtheile, der also durch eine Oxygenation zur Weinsäure wird, so wie er es nach unserm System phlogistirt wird.

§. 455. Die Sauerfleetsäure unterscheidet sich von andern Pflanzensäuren, und namentlich von der Weinsäure, durch eigene Neutral- und Mittelsalze, die sie mit den Alkalien und Erden giebt. Sie liefert

- 1) mit Gewächsalkali: sauerfleetsaures Gewächsalkali (alcali vegetabile oxalatum. Oxalate de Potasse L.)
- 2) mit Mineralalkali: sauerfleetsaures Mineralalkali (alcali minerale oxalatum. Oxalate de Soude L.)
- 3) mit flüchtigem Alkali: Sauerfleetsalmiak (alcali volatile oxalatum. Oxalate d'ammoniaque L.)
- 4) mit Kalkerde: Sauerfleetskalk (calx oxalata. Oxalate de chaux L.)

u. s. w.

§. 456. 8) Die Zitronensäure (Acidum citri) ist in dem Zitronensaft (Succus citri) in Verbindung mit Essigsäure, und sonst noch in andern sauren Säften, z. B. der Johannisbeeren, der sauren Kirschen, der Hofsbeeren, der Preiselbeeren, der unreifen Weintrauben, u. a. enthalten. Man gewinnt

winnt sie dadurch, daß man den Zitronensaft mit Kalkerde säuigt, den im Wasser aufzulöschenden Niederschlag mit Bitriolsäure zerlegt, die sich mit der Kalkerde zum Gyps verbindet, wodurch die Zitronensäure an das Auflösungswasser tritt, und durch Krystallisiren davon geschieden werden kann. Diese Säure ist auch im Feuer zerförbar, und läßt sich vermittelst der mehreren Dephlogistisirung durch Salpetersäure in Sauerfließsäure verwandeln. Sie unterscheidet sich von der Weinsäure und Zuckersäure durch eigene Neutral- und Mittelsalze, die sie mit Alkalien und Erden hervorbringt. Sie giebt:

- 1) mit Gewächsalkali: das zitronensaure Gewächsalkali (*Alcali vegetabile citratum. Citrate de Potasse L.*)
- 2) mit Mineralalkali: das zitronensaure Mineralalkali (*Alcali minerale citratum. Citrate de Soude L.*)
- 3) mit flüchtigem Alkali: Zitronensalmiak (*alcali volatile citratum. Citrate d' ammoniaque L.*)
- 4) mit Kalkerde: Zitronenkalk (*calx citrata. Citrate de chaux L.*)

n. f. w.

Die Zitronensäure besteht aus Brennstoff, Luftsäure und etwas Wasser. Der erstere ist darin gegen die übrigen Bestandtheile in einem größeren Verhältniß, als in der Sauerfließsäure, und in einem mindern, als in der Weinsäure.

Nach Hrn. Lavoisier ist die Zitronensäure (*Acide citrique*) aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff zusammengesetzt.

§. 437. 9) Die Äpfelsäure (*Acidum malicum*) findet sich in den Säften saurer Äpfel, sonst aber

aber auch in andern sauren Früchten, wie in den Beer-
berigen, Hollunderbeeren, Schlehen, Pflaumen, u. a.
Sie läßt sich nicht zu festen Krystallen bringen, und un-
terscheidet sich von der Weinsäure, Zitronensäure
und Sauerkleesäure noch dadurch, daß sie, mit Kalk-
erde gesättigt, eine im Wasser auflösbare mittelsal-
zige Verbindung liefert, was jene Säuren nicht
thun; von der folgenden Essigsäure ist sie dadurch
unterschieden, daß dieser apfelsaure Kalk im Weine-
geiste unauflöslich ist, da hingegen der essigsäure
Kalk sich darin auflöst. Im Feuer ist sie zerhörbar.
Durch Salpetersäure läßt sie sich in Zuckersäure um-
wandeln. Mit den Alkalien und Erden liefert sie ei-
gene Neutral- und Mittelsalze,

- 1) mit Gewächssalkali: apfelsaures Gewächssalkali
(*alcali vegetabile mala-*
tum. Malate de potasse
L.)
- 2) mit Mineralalkali: apfelsaures Mineralalkali
(*alcali minerale mala-*
tum. Malate de Soude
L.)
- 3) mit flüchtigem Alkali: Apfelsalmiak (*alcali volati-*
le malatum. Malate d'
ammoniaque L.)
- 4) mit Kalkerde: apfelsauren Kalk (*calx ma-*
lata. Malate de chaux
L.)

u. s. w.

Die Apfelsäure besteht aus Brennstoff, Luftsäure und
Wasser; ersterer ist darin gegen die andern Bestands-
theile in einem geringern Verhältnisse, als in der
Weinsäure und Zitronensäure, und in einem ards-
tern, als in der Zuckersäure. — Nach Lavoisier sind
die Bestandtheile der Apfelsäure (*acida malique*) Wasser-
stoff, Kohlenstoff, und Sauerstoff.

§. 458. 10) Die Essigsäure (*Acidum aceti*) macht einen Bestandtheil des durch Gährung aus mancherley Pflanzenstoffen zu erhaltenden Essigs aus. Im Weinessig (*Acetum vini*) ist sie außer dem Wasser mit schleimigten und weinsteinsäuren Theilen enthalten. Sie geht in Verbindung mit Wasser bey der gelinden Destillation des guten und vollkommenen Weinessigs über. Nach der Entwässerung läßt sie sich zwar als eine feste Säure darstellen, wir kennen sie aber gewöhnlich nur im flüssigen Zustande, als destillirten Essig. Sie ist im Feuer zerförbar, wenn man sie vorher durch eine alkalische Basis figirt hat. Sie unterscheidet sich von den vorhergehenden Pflanzensäuren durch ein eigenthümliches Verhalten gegen andere Körper, insbesondere durch eigene Neutral- und Mittelsalze, die sie mit den Alkalien und Erden erzeugt. Durch Salpetersäure läßt sie sich nicht in Sauerflssäure verwandeln; vielmehr werden alle vorhergehende Pflanzensäuren durch mehrere Desphlogistisirung endlich zur Essigsäure. Sie giebt

1) mit Gewächsalkali: das essigsaure Gewächssalkali, die Blüthenerde (*alkali vegetabile acetatum, terra foliata tartari. Acetite de Potasse L.*)

2) mit Mineralalkali: das essigsaure Mineralalkali (*alkali minerale acetatum. Acetite de Soude L.*)

3) mit flüchtigem Alkali: Essigsalmiak, Minderers Geiſt (*alkali volatile acetatum, Spiritus Mindere-ri, Acetite d' ammoniaque L.*)

4) mit

(14) mit Kalkerde: Essigsäure (*Acidum acetata. Acetate de chaux L.*)

Die Essigsäure besteht aus Brennstoff, Luftsäure und Wasser; der erstere ist darin gegen die übrigen Bestandtheile in einem mindern Verhältnisse, als in den vorhergenannten Pflanzensäuren, indem sie alle durch Dephlogistisirung in Essigsäure übergehen.

Nach dem Lavoisierschen System ist die Essigsäure (*Acide aërienne*) aus Wasserstoff, Kohlenstoff, und Sauerstoff zusammengesetzt.

§. 459. (1) Die Benzoesäure (*Acidum benzoicum*) macht in dem Benzoeharze (*Benzoe*) einen nähern Bestandtheil, und kann daraus entweder durch gelinde Sublimation, oder durch Auskochen mit alkalischen Laugen oder Kaltwasser geschieden werden. Sie ist eine flüchtige Säure, und erscheint in weißen, glänzenden Nadeln (*Benzoeblumen*). Ihr Geschmack ist zwar ägend, aber nicht hervorstechend sauer. Sie löst sich im kalten Wasser schwer, leichter im kochenden auf. An der Luft sind die Krystalle beständig. Im Weingeiste sind sie auflösbar; und auf glühenden Kohlen brennbar; Sie giebt

1) mit Gewächsalkali: benzoesaures Gewächsalkali (*alkali vegetabile benzoatum. Benzoate de Potasse L.*)

2) mit Mineralalkali: benzoesaures Mineralalkali (*alkali minérale benzoatum. Benzoate de Soude L.*)

3) mit flüchtigem Alkali: Benzoesalmiak (*alkali volatile benzoatum. Benzoate d' ammoniacque L.*)

u. s. w.

Die Benzoesäure hat zwar den Brennstoff zum Bestandtheil, und sie ist gewiß zusammengesetzt; aber ihre Mischung

schung ist noch nicht gehörig erforscht. Hr. Lavoisier rechnet die Benzoesäure (*Acido benzoique*) auch zu den zusammengesetzten Säuren, die aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen.

§. 460. 12) Der zusammenziehende Stoff (*principium adstringens*) äußert sich in dem Gewächsen durch den zusammenziehenden Geschmack, den sie verursachen, und dadurch, daß die wässerigte oder geistige Ausziehung derselben mit der Auflösung des Eisens in Säuren einen schwarzen Niederschlag bewirkt. Beispiele geben: die Galläpfel, die Rinde der Eiche, der Granatapfel, der Schmalz, u. a. Unsere gemeine Linde ist ein solcher Niederschlag des Eisens durch den zusammenziehenden Stoff. Wenn dieser zusammenziehende Stoff von den ihm anhängenden färbenden, gummigten, und harzigen Theilen befreiet worden ist, so zeigt er sich als ein weißes, nadelförmiges Salz, daß sich auch im Weingeiste auflösen läßt, als eine Säure reagirt, nemlich die Lackmustinctur roth färbt, aus dem luftsauren Alkali die Luftsäure austreibt, die Schwefelsäure zerlegt, und einen sauren Geschmack besitzt. Man nennt dies Salz auch Galläpfelsäure (*acidum gallaceum*). Es ist in der Hitze flüchtig; auf glühenden Kohlen ist es entzündlich. Mit Salpetersäure behandelt giebt es Sauerkleesäure. Den schwarzen Niederschlag, den der zusammenziehende Stoff mit dem Eisen macht, ist in einen Ueberschuß von andern Säuren auflöslich, wodurch die schwarze Farbe wieder verschwindet, die sich aber dann wieder durch Laugensalz zum Vorschein bringen läßt. Die Verbindungen dieser Galläpfelsäuren mit Alkalien, Erden und Metallen sind noch nicht satssam untersucht.

Die Mischung dieses zusammenziehenden Stoffes, oder der Galläpfelsäure, ist noch problematisch. Brennstoff, Luftsäure, nebst etwas Phosphorsäure und Wasser, machen aber wahrscheinlich Bestandtheile darin aus. Hr. Lavoisier hält die Mischung der Galläpfelsäure (*acide gallique*) ebenfalls für unbekannt, ob er sie gleich unter die aus Wasserstoff, Kohlenstoff, und Sauerstoff zusammengesetzten stellt. Die Verbindungen das mit nennt er *Gallates*.

Versuche: Durch die Ausziehung der Galläpfel mit Weingeist wird die mit Wasser gemachte Auflösung des Eisenvitriols schwarz.

Der Zusatz von Vitriolsäure oder von Salzsäure macht den Niederschlag wieder verschwinden, und das Gemisch wird wieder helle und farblos.

Die Sättigung der zugesetzten Säure mit Laugensalz bringt die schwarze Farbe wieder hervor.

Unsere schwarze Tinte wird, nach Lewis Versuchen, am besten bereitet, wenn man einen Theil Blaublei und brenn. Theile grob aerulverte Galläpfel mit 36 Theilen Wasser kocht, die Abkochung durchsiebt, und dazu einen Theil unzerfallenen Eisenvitriol und einen bis anderthalb Theile arabisches Gummi setzt, und darin auflöst. — Das Schimmeln der Tinte verhindert man am besten durch Zusatz von etwas Weingeist. Freie Säuren schaden der schwarzen Farbe der Tinte, und so ist auch der Zusatz des Alauns und Effigs nicht allein unnütz, sondern auch schädlich. Eine gelbwerdende Tinte hat zu viel Eisenvitriol.

§. 461. 13) Aus mehreren Saamen und Kerne, z. B. dem Leinsaamen, dem Mohlsaamen, den Mandeln, so wie auch aus einigen Früchten der Pflanzen, z. B. den Oliven, läßt sich eine flüssige Materie auspressen, welche durch Hülfe eines Dochtes die Flamme ernährt, und sich nicht mit Wasser auflösen läßt, also ein Oehl, und zwar ein solches, das sich nicht im Weingeiste auflöst, auf Papier getropfelt einen Fleck macht, der durchs Erwärmen nicht wieder vergeht, und wenn es rein ist, keinen erheblichen Geruch und einen milden Geschmack besitzt. Man nennt es ein mildes, schmieriges, fettes

oder ausgepresstes Oehl (oleum unguinosum, expressum). Zum Sieden erfordern diese Oehle eine starke Hitze, die man auf 600 Grad nach Fahrenheit rechnet. Sie sind sämmtlich specifisch leichter als Wasser. Einige trocknen an der Luft aus; andere bleiben stets schmierig. Einige sind in der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre flüssig, andere hart und spröde, jene nennt man auch Pflanzensäfte. Das Wachs kann man gewissermaßen zu den schmierigen Oehlen rechnen.

Di

Nach Hrn. Lavoisier sind die fetten Oehle bloß aus Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzt; eine Behauptung, die dadurch widerlegt wird, daß auch die reinsten Oehle für sich bey dem Verbrennen des reinen Sauerstoffs Luft Luftsäure und ein säuerliches Wasser geben.

§. 462. Mit den ägenden Augensalzen verbindet sich die ausgepressten Oehle vollkommen und ist nicht, und werden durch dieselben auch im reinen Wasser ganz und gar auflösbar, oder zur Seife (Sap.)... Hierbey wirkt also das Augensalz als ein ädignendes Verwandtschaftsmittel (§. 173) zwischen dem Wasser und dem Oehl. Auch im Weingeiste ist die Seife auflösbar. Die Seifen werden durch alle Säuren wieder zersetzt, und das Oehl daraus abgeschieden, wiewohl in veränderter Natur. Auch alle Verbindungen der Säuren mit Stoffen, mit denen sie nicht so nahe verwandt sind, als mit dem feuer-

feuerbeständigen Seifen, zerlegen die aus Seifen bereite Seifen. Verschiedene Wässer, besonders aus Brunnen, lösen aus eben dieser Ursache die Seifen nur unvollkommen auf und zerlegen sie. Man nennt diese Wässer hart (aqua duras). Die weichen Wässer hingegen (aqua molles), wie die atmosphärischen und das destillierte Wasser, lösen die Seifen vollkommen auf.

§. 463. 14) Verschiedene stark riechende und schmeckende Pflanzen, oder ihre Theile, ertheilen gezogenen oder destillirten Wässern einen angenehmen Geruch, indem es geht auch zugleich über, das von den ausgezogenen verschieden ist, wie schon es sich mit Wasser destilliren lässt, eine geringere Hitze zum Ziehen, hinterläßt auf

dem Papier keinen Fleck, wenn man dieses anwärmt, ist in der Wärme leicht verdunstbar, hat einen durchdringenden Geruch, der in allem mit dem Geruch der Pflanze übereinstimmt, woraus es destillirt worden ist; es läßt sich in Weingeist auf, und schied sich durch die Flamme eines Lichts an, ohne vorher zu erhitzen zu werden. Man nennt diese Oehle ätherische, riechende, oder destillierte Oehle (olea aetherea, odorata), auch wohl wesentlich Oehle; doch könnte der letztere Name mit allem Rechte auch den ausgepreßten Oehlen zu. Die meisten ätherischen Oehle sind leichter, als das Wasser, und schwimmen oben auf; nur einige, besonders aus Gewürzpflanzen heißen Bänder, sinken im Wasser zu Boden. Ferner unterscheiden sie sich in der Consistenz, und besonders auch in der Farbe.

Im

Im Wasser lösen sie sich einigermaßen auf, und theilen ihm ihren Geruch und Geschmack. Mit den feuerbeständigen Säurenfolgen verbinden sie sich nur schwer zu einer Seife, und nicht ohne sich in Gänge zu verwandeln.

Die

Nach Hrn. Lavoisier bestehen die ätherischen Oele aus Wasserstoff und Kohlenstoff.

Ob es gleich gewis ist, daß Brennstoff und Luftsäure Bestandtheile des Kamphers sind, so kennen wir doch keine wahre Mischung nur sehr unvollständig. Nach Hrn. Rosegarten läßt sich aus demselben eine eigene Säure die Kampher Säure, durch Oxydation des Kamphers mit Salpetersäure, scheiden; die Mischung derselben aber ist selbst noch unbekannt.

Nach Hrn. Lavoisier ist der Kampher aus Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzt, und die Kampher Säure ist eine Folge der Oxydation jener beiden Bestandtheile, oder des Aufzuges vom Sauerstoff.

§. 465. 16) Der scharfe Pflanzenstoff (*principium acre*) muß als ein eigener näherer Bestandtheil im Pflanzenreiche unterschieden werden. Mehrere Pflanzen nemlich, die überhaupt geruchlos sind, haben einen sehr brennenden und scharfen Geschmack, sie erregen, wenn sie frisch auf die Haut applicirt werden, Röthe, örtliche Entzündungen, ziehen Blasen. Durchs Trinken verliert sich diese Schärfe ganz oder größtentheils. Das Wasser, das man über diese Pflanzen abzieht, erhält dagegen alle Schärfe und alles Reizende. Beispiele gehen: die fetichen Wurzeln vom Arum, von der Meerzwiebel, von der Zeitlose, der frische Hahnenfuß, u. a. In

Bestandtheil des Pflanzenreichs anbrucht, und das 17) den narcotischen Pflanzenstoff (*principium narcoticum*) nenne. Bis jetzt hat man freilich dies Princip noch nicht abgesondert und allein darstellen können; daraus läßt sich aber kein Schluß gegen die Existenz eines solchen eigenen Wesens machen. Es ist flüchtig in der Siedhitz des Wassers, kann aber doch durch andere fixere Bestandtheile, so. fixirt. werden,

den, daß es die Siedhitze des Wassers verträgt. Immer aber verlieren die narcotischen Substanzen des Gewächstreichs durchs Trocknen, Auskochen, von der Stärke ihrer Kraft. In manchen, wie in Kirschlorbeerblättern, ist der narcotische Stoff an ein ätherisches Oehl gebunden.

§. 467. Die mehresten der bisher betrachteten näheren Bestandtheile der Pflanzen kommen in der Qualität ihrer Mischung unter einander überein, und sind nur in dem Verhältniß der Grundstoffe, woraus sie zusammengesetzt sind, verschieden. Brennstoff, Pflanzensäure und Wasser machen die Mischung der allermehresten aus, und die Verschiedenheit der Verhältnisse, in denen diese mit einander verbunden sind, bestimmen die Unterschiede in der Natur und dem Verhalten, die wir z. B. zwischen Schleim, Stärke, Zucker, Weinsäure, Zuckersäure, Essigsäure, fettem Oehle, ätherischem Oehle, Harze, u. a. wahrnehmen. So bilden sich also aus der Zusammensetzung weniger Urstoffe zahlreiche Gattungen von Körpern. Und so scheint insbesondere durch das Wachsthum der Pflanzen im Sonnenlichte der Brennstoff, d. h. der fixirte Licht- und Wärmestoff, der Pflanzen gebildet zu werden, und durch seine verhältnißmäßige Vermehrung zu der Umänderung der Substanzen, die wir z. B. in verschiedenen Perioden des Reifens in ihnen wahrnehmen, beizutragen; so scheint durch diese verhältnißmäßige Vermehrung des Brennstoffs z. B. die Säure unreifer Früchte in Zuckersäure, die Zitronensäure unreifer Weintrauben in Weinsäure, und späterhin in Zucker überzugehen. Auch aus der phlogisirten Luft der Atmosphäre nehmen die Pflanzen beim Wachsthum den

Brennstoff auf, und sie scheint hauptsächlich die Quelle dazu für sie zu seyn, und von denselben wird der als dephlogistisirte Luft ausgestoßen zu werden. Die Luftsaure, den andern Hauptbestandtheil, empfangen die Pflanzen ebenfalls aus der atmosphärischen Luft, die zu ihrem Wachsthum so nothwendig ist, als das Licht; auch das Wasser verschafft sie ihnen zum Theil, so wie dies auch selbst bey ihrem Wachsthum zum wesentlichen Bestandtheil von ihnen wird; und endlich leidet es auch wol keinen Zweifel, daß Theilchen der Damm Erde, worin die Pflanzen wachsen, fähig sind, mit in den Saftströmen der Pflanzen aufzusteigen, und zur Mischung oder Modificirung der Mischung näherer Bestandtheile des Gewächse beizutragen.

Joh. Ingenhousz Versuche mit Pflanzen, a. d. Franz. von J. A. Scherer, verbesserte Aufl. Th. I. Wien 1786. Th. II. 1788. Th. III. 1790. gr. 8. Ebendesselben neu mischte Schriften, übersetzt und herausgegeben von Carl Molitor. Zweyte Aufl. Wien. I. II. M. 1784. gr. 8. *Joh. Senebier mémoires physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les étres des trois regnes de la nature et sur tout ceux du regne vegetal.* à Genève. 1782. T. I — III. 8. Versuche und Beobachtungen über die grüne Farbe unterirdischer Vegetabilien, von J. A. von Humboldt, in *Grens Journal der Phys.* B. V. S. 296. ff.

§. 468. Wenn Pflanzen der Hitze ausgesetzt werden, so erleiden sie nach der verschiedenen Beschaffenheit ihrer nähern Bestandtheile und des angebrachten Feuergrades verschiedene Veränderungen. In der Hitze, die bis zum Siedepuncte des Wassers steigt, werden alle diejenigen Stoffe ausgetrieben, die in diesem Wärmegrade flüchtig sind oder expansibel werden, wie das Wasser, das ätherische Oehl, der Dampf,

der scharfe und narcotische Stoff. In einer stärkern Hitze verlieren sie nicht nur die nähern Bestandtheile, sondern es treten auch entferntere Bestandtheile zu neuen Producten zusammen, die als solche vorher in dem Gewächse nicht präexistirten. Sie nehmen nun, alle bey dem Köden einen eigenen brennlichten Geruch und Geschmack an, der vorher nicht wahrzunehmen war. Es wird, wenn die Hitze stärker wird, ein starker Rauch aus ihnen getrieben, der den brennlichten Geruch vorzüglich stark besitzt, und endlich, wenn die Erhitzung groß genug ist, und die freye Luft hinzutreten kann, so dricht der Rauch in eine Flamme aus, und der Körper wird in einem so hohen Grade zerlegt, daß nur die feuerbeständigen Theile allein als Asche übrig bleiben.

§. 469. Unternimmt man die Erhitzung der Gewächse bis zum Glühen bey dem Ausschluß der respirabeln Luft, oder unterwirft man sie für sich einer Destillation in der Glühhitze, so kann man das, was bey dem Verbrennen im Freyen den Rauch und die Flamme bildet, besonders auffangen und untersuchen. Die Erfahrung lehrt, daß hierbey alle Gewächse, ohne Unterschied, und alle ihre Theile, so wie auch alle ihre näheren Bestandtheile, die sich nicht in der Siedhitze des Wassers verflüchtigen lassen, oder wenn sie durch Verbindung mit andern mehr fixirt worden sind, eine große Menge luftförmiger Stoffe geben, nemlich schweres brennbares Gas und luftsaures Gas, ferner einen wässerigen sauren Geist, und ein unangenehm riechendes, brennlichtes Oehl (oleum empyreumaticum), die sich beide einander verunreinigen.

§. 470. Die beiden erhaltenen Gasarten sind Producte, und sind nicht als Luft in dem Pflanzenstoff vor der Operation zugegen gewesen. Das luftsaure Gas war als feste Luftsäure ein Grundtheil von ihm; so wie sie es von allen einzelnen nähern Bestandtheilen der Gewächse ist; und diese feste Luftsäure wurde durch die Aufnahme des Wärmestoffs in Verbindung mit dem wasserartigen expansibel und luftförmig, und bildete so das luftsaure Gas, dessen Basis Luftsäure und Wasser ist. Das schwere brennbare Gas hingegen erzeugt sich aus der Vereinigung des Brennstoffs, der Luftsäure und des Wassers der Gewächse und ihrer verschiedenen einzelnen nähern Bestandtheile; und es werden jene Stoffe durch die Aufnahme des Wärmestoffs expansibel und luftförmig. Die schwere brennbare Luft hat also Brennstoff, Luftsäure und Wasser zur Basis. Sie besitzt einen unangenehmen brennlichten Geruch.

Von der Theorie dieser Luftarten wird in der Folge in einem eignen Abschnitte weiter gehandelt werden.

§. 471. Der bey der Destillation der Gewächse im Glühfeuer erhaltene, wassericht salzigte Geist (§. 469.) ist bey den mehrsten Pflanzen und ihren nähern Bestandtheilen offenbar sauer; und so liefern z. B. der Schleim, das Harz, die Stärke, der Zucker, alle saure Salze, der zusammenziehende Stoff, die fetten Oehle, das Wachs, einen solchen sauren Geist. Er ist, nach der gehörigen Reinigung von den ihm anliehenden empyreumatischen Oehltheilen, von dem Essig nicht verschieden und nimmt seinen Ursprung ebenfalls aus der Verbindung des Brennstoffs und der Luftsäure mit dem Wasser, woraus auch der

reine Essig zusammengefest ist (§. 458). Diejenigen Pflanzen, oder ihre Theile, worin der Kleber (§. 449.) hauptsächlich herrschend ist, geben bei dieser Destillation keinen sauren, sondern einen luftsauren, flüchtig alkalischen Geist, wenigstens einen ammoniakalischen, und der Kleber liefert für sich allein einen solchen flüchtig alkalischen Geist.

§. 472. Das empyreumatische Oehl (§. 469.) besitzt eine desto dunklere Farbe, und eine desto dickere Consistenz, je später es überdestillirt wurde. Durch wiederholte Rectificationen läßt es sich dünner und den ätherischen Oehlen ähnlicher machen, wobei es harzige Theile zurückläßt. Dies Oehl ist offenbar ein Product, und nimmt seinen Ursprung ebenfalls aus der Vereinigung des Brennstoffs, des Luftsäure und des Wassers der Pflanzen und ihrer einzelnen nähern Bestandtheile. Je kleiner das Verhältniß des Wassers gegen die übrigen Grundtheile darin wird, um desto dicker und zäher wird es von Consistenz, und durch die Verminderung dieses und des brennbaren Grundtheils wird es endlich ein wahres Harz.

§. 473. Das, was nach der Destillation der Gewächse und ihrer einzelnen nähern Bestandtheile im Glühfeuer, zurückbleibt, wenn sich weiter keine flüchtigen Stoffe austreiben lassen, heißt eine Kohle (carbo). Sie ist eine schwarze, trockene, körbde, unschmelzbare, im Wasser völlig unauflösbar, geruch- und geschmacklose Materie. In verschlossenen Gefäßen leidet sie durch das heftigste Feuer keine Veränderung; an freyer Luft hingegen brennt sie mit bloßem Glähen, ohne Rauch und Ruf, mit Zu-

342 II. Theil. 1. Abschnitt. 2. Hauptst. d.

erücklassung des Asche. Die Kohle ist ein Product, und prädestinirt nicht in den Gewächsen und Theilen Bestandtheile. Ihre wesentlichen Grundtheile sind Brennstoff und Zersäure, die in der Mischung aller Pflanzen und Theile einzeln nach dem Bestandtheile enthalten sind, und zwar in der Verbindung mit

Hr. Lavoisier, die Asche als Educt. Das Wasser aber ist nach diesem System aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengefest, und beim Durchgang desselben durch die glühenden Kohlen, tritt der Sauerstoff des Wassers an den Kohlenstoff, bildet damit die Basis des luftsauren Gas, und der andere Grundtheil des Wassers, oder der Wasserstoff, macht in Verbindung mit einem Antheil des Kohlenstoffs die Basis des schweren brennbaren Gas (gas hydrogène carboné).

§. 474. Die Asche (cinis), die nach dem gänzlichen Verbrennen der Pflanzen und ihrer Kohlen zurückbleibt, stellt ein weißliches, oder graues, nicht weiter zur Unterhaltung des Feuers geschicktes Pulver dar, das die feuerbeständigen Theile des Körpers ohne weiteren Zusammenhang in sich enthält. Außer den erdigten Theilen enthält die Asche der Gewächse noch salzigte Theile, die sich durch Auslaugen mit Wasser von jenen trennen lassen. Die meisten Pflanzen liefern so aus ihrer Asche durch Auslaugen, und durch Eindicken und Abrauchen der Lauge bis zur Trockniß, Gewächssalkali (§. 368.), das eben daher den Namen des vegetabilischen Alkali erhalten hat. Es ist immer mit etwas Luftsäure verbunden, die wol von der Zersetzung der Kohle beim Verbrennen an das Längensalz getreten ist; sonst enthält es aber auch noch verschiedene andere Salze, die es verunreinigen, wie z. B. vitriolisirten Weinstein. Die sogenannte Pottasche (cineres clavellati) ist ein solches, wiewohl unreines, Gewächssalkali, aus der Asche der Holzarten gewonnen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß alles Alkali, was man aus der Asche der Pflanzen gewinnt, in den Pflanzen selbst in Verbindung mit Pflanzensäure gewesen ist, entweder als Neutralsalz, oder mit der Säure übersättigt, wie der Weinstein (§. 452.), das

und das Sauerfleeß (§. 454.) lehren, und so nach der Verflüchtigung und Zerstörung der Säure beym Verbrennen allein zurückbleibt. Die Asche verschiedener am gesalznen Meerufer wachsenden Kräuter unterscheidet sich von andern dadurch, daß sie mineralisches Alkali enthält. Vergleichn Asche ist die Asche (§. 369.). Das darin befindliche Mineralalkali war ohne Zweifel in jenen Pflanzen als Glaubersalz.

§. 475. Die nach dem Auslaugen der Asche der Pflanzen zurückbleibenden erdigen Theile sind nach Beschaffenheit des Bodens, worauf die Pflanze wuchs, verschieden, und mehrentheils Kalk-, Thon- und Kiesel-erde; manchmal auch phosphorsaure Kalk-erde. Oft enthält diese Pflanzenerde auch Eisenkalk.

Drittes Hauptstück.

Bestandtheile der thierischen Körper.

§. 476.

Als nähere Bestandtheile der thierischen Körper sind bekannt: 1) Gallerte, 2) Fett, 3) Eymph, 4) fadenartiger Theil, 5) Knochenmaterie und 6) Milchwucker. Indessen beziehen sich diese nur auf Thiere mit Blut, und in den zahlreichen Gattungen der Insecten und Gewürme möchten wol bey genauerer Untersuchung verschiedene andere angetroffen werden, wie dies auch schon 7) die Ameisensäure, und 8) das scharfe Harz der spanischen Fliegen lehren.

§. 477. 1) Die Gallerte (Gelatina) ist in den thierischen Körpern eben so häufig verbreitet, als der Schleim

Schleim im Pflanzenreiche. Sie macheten nähern Bestandtheil der frischen Muskelfaser, des Zellgewebes, der Knorpel, der Klauen; der Hörner, der Knochen; u. a. aus. Sie löst sich im Wasser auf, das man mit diesen Theilen kocht, ertheilt demselben einen milden Geschmack, ohne erheblichen Geruch, und einige Viscosität. Die Fleischbrühen sind solche Auflösungen des gallertartigen Theiles des Fleisches im Wasser. Nach dem Verdampfen des Wassers bis zu einem gewissen Grade gerinnt die Auflösung beim Abkühlen zu einer durchsichtigen, mit etwas Schnellkraft begabter, Materie, die man im gemeinen Leben auch eine Gallerte oder Gulse nennt; und wird endlich bei fortgesetztem Austrocknen zu einer harten, festen, durchscheinenden, hornartigen Materie, die sich im Wasser und im Weingeiste vollkommen wieder auflösen läßt, und auch ein Leim (gluten) genannt wird. In der Hitze läßt sich dieser Leim nicht eigentlich schmelzen; auf glühenden Kohlen verbrennt er unter dem Geruch des angebrannten Horns. Mit Wasser verdünnt, geht er in der Wärme schnell in Fäulniß über.

Di

stoff, Luftsaure, Wasser, phosphorsaure und etwas

en System ist die Gallerte: Wasserstoff (Hydrogen), Sauerstoff (Oxygen), Stickstoff was Gallerte.

§. 478. 2) Das Fett (Pinguetia, Adeps, Axungia) der Thiere ist den milden Pflanzendöhlen (§. 461.) in allem ähnlich; und unterscheidet sich bei den verschiedenen Thieren und nach den verschiedenen Stellen, wo es abgesondert wird, in der Consistenz,

stanz,

Stenz, wie der Talg oder Wachs (Cera), des
 Bienenstichs, das Schmalz und der Thran beweisen.
 Auch die Butter gehört hieher. Alles, was oben
 (§. 146.) von dem wilden Pflanzenöhlen angeführt
 worden ist, gilt auch von thierischen Fett.

1) Die Lymphy (Lympha coagula-
 n hauptsächlichsten Bestandtheil des
 erum sanguinis) aus. Sie ist in
 1 desselben so fein zertheilt, daß sie
 n scheint. Alles, was das Wasser
 wie concentrirte Säure, Weingeist,
 Gerinnen, und sie fällt als ein weiß
 id geschmackloser Körper nieder, der
 nach dem völligen Austrocknen durchscheinend hart
 und spröde ist, in der Wärme nicht schmilzt, im
 Wasser und Weingeiste nicht auflösbar ist, sich aber
 in concentrirten Säuren auflösen läßt, doch durch
 Zusatz von bloßem Wasser wieder daraus gefällt wird,
 in der Wärme nach dem Anfeuchten mit Wasser leicht
 und auf Kohlen unter dem Ge-
 1 Saate verbrennt. Mit dieser
 kommt der Käse der Milch,
 überein.

Die Bestandtheile der animalischen Lymphy sind: Brenn-
 stoff, Luftsäure, flüchtiges Laugensalz, Wasser, Phos-
 phor.

phosphor und Kalkerde. Die letztere scheint darin in einem größern Verhältniß gegen die übrigen Grundstoffe zu seyn, als in der Gallerte.

Nach Hrn. Lavoisier besteht die Lymphe aus Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor und Kalkerde.

§. 480. Von der Lymphe unterscheidet sich durch eine festere Consistenz und durch eine größere Gerinnbarkeit 4) der fadenartige Theil des Bluts (*pars fibrosa Gaultii*), der aus dem frisch geronnenen Blutkuchen durch Zerschneiden werden kann, und sich an den Häuteln des frisch gelösten Bluts findet. Er ist im frischen Zustande in der Wärme zu lösen, im kalten Wasser, auch nicht im Weingeiste, in Säuren, wie im Vitriol, doch wieder durch Verdampfen zu fällen. Die ägenden Laugen des Siedens auf nassem Wege auf. Mit Wasser angefeuchtet geht er in der Wärme in Faulnis. In der Hitze läßt er sich nicht schmelzen; auf glühenden Kohlen verbrennt er unter dem Geruche angebrannter Haare. — Mit diesem fadenartigen Theile des Bluts kommt die von allem Auszugartigen oder Gallertartigen befreite Muskelfaser überein, und die Membranen, die Knorpel, die Ligamente, die Nägel und Klauen, die durchscheinenden Hörner, die Haare, die Wolle, die Federn, nehmen alle aus diesem fadenartigen Theile ihren Ursprung, und sind im Grunde in ihrer Mischung davon nicht verschieden, wenn man ihren gallertartigen Theil ausgezogen hat. Oben dieser fadenartige Theil ist es auch allein, der die

Die Speckhaut oder Entzündungskrause bildet. In Ansehung seiner Mischung kömmt er mit dem Kleber des Mehls (§. 449.) überein.

Der

§. 481. Die Knochen der warmblütigen Thiere und ihre undurchsichtigen Hörner, so wie die Schuppe der Amphibien und Fische, lassen, wenn sie von allen nicht dazu gehörigen Theilen gereinigt, und von ihrem gallertartigen Stoff durch Auskochen mit kelnem Wasser völlig befreiet worden sind, eine weißliche unschmackhafte Substanz zurück, die noch die organische Structur wegen ihres Zusammenhanges zeigt, sich in den Säuren völlig auflösen, in der Hitze in verschlossenen Gefäßen sich zur Kohle brennen läßt, im offenen Feuer den Geruch der angebrannten Haare zeigt, und eine große Menge weißer Erde zurückläßt. Ich nenne diese Substanz des ausgekochten Knochen 3) Knochenmaterie, und unterscheide sie dadurch von der Knochenerde (terra animalis), die nach dem völligen Einschnern oder Ausbrennen derselben zurückbleibt, und die nur ein Bestandtheil dieser Knochenmaterie ist.

Die Knochenmaterie kömmt in der Beschaffenheit ihres Grundtheile mit dem fadenartigen Theile des Bluts und der Lymphe überein, und ist nur hauptsächlich in dem Verhältniß der Phosphorsäure und der Kalkerde verschieden, die durch Verminderung anderer Bestandtheile dagegen in ein größeres Verhältniß zu den übrigen Grundstoffen gebracht worden sind. Es sind also die Bestandtheile dieser Knochenmaterie: Brennstoff,

Lauf

Lustsäure, Phosphorsäure, Kalkerde, salziges Laugen-
salz, Wasser.

§. 482. In der Milch der Kühe, und wahr-
scheinlich auch in der Milch anderer kräuterfressenden
Thiere, findet sich noch ein wesentliches Salz, 6) der
Milchzucker (*Saccharum lactis*), von einem schwach
zuckerartigen Geschmacke, das sich auch in luftbe-
ständige Krystalle bringen läßt, sich weder als Säure,
noch als Laugensalz zeigt, und vielmehr zu der
Ordnung der zuckerartigen Salze (§. 353.) gehört.
Es ist offenbat vegetabilischen Ursprungs.

Die Bestandtheile dieses Milchzuckers sind Brennstoff,
Lustsäure, Wasser, und etwas Kalkerde. Nicht allein
durch letztere, sondern auch durch ein verschiedenes
Verhältniß der erstern Bestandtheile unterscheidet er
sich vom eigentlichen Zucker (§. 451.). Durch Hülfe der
Salpetersäure läßt sich aus ihm auch wahre Sauerklee-
salsäure (§. 454.) darstellen. Es bleibt bey dieser Be-
handlung mit Salpetersäure ein weißes Pulver übrig,
das sich sehr schwer, selbst in heißem Wasser, auflösen
läßt, eine saure Natur zeigt, und sich als eine eigens-
thümliche Säure verhält, die der sel. Scheele Milch-
zuckersäure (*Acidum sacchari lactis*) geneant hat.
Hr. Lavoisier hat sie auch unter dem Namen, *Acide*
sacho-lactique, und die damit verfertigten Neutral- und
Wittelsalze unter der Benennung *Sacholates*, aufges-
führt. Sie ist zusammengesetzter Natur und besteht
aus Brennstoff, Lustsäure, und Wasser.

§. 483. Die Säure der Ameisen (*Acidum*
formicarum) unterscheidet sich, nach gehöriger Rei-
nigung, nicht von dem Essig des Pflanzenreichs,
und hat auch ohne Zweifel einen bloß vegetabilischen
Ursprung.

§. 484. Die thierischen Körper und alle ihre
nähern Bestandtheile geben bey der Destillation für
sich ebenfalls, wie die Pflanzenstoffe, eine große Men-
ge Gas, und namentlich auch schwereres brennba-
res

tes Gas und luftsaures Gas, und dann einen luftsauren flüchtigalkalinischen Geist, luftsaures flüchtiges Laugenalz in fester Gestalt, nebst empyreumatischem Oehle. Das Fett und der Milchzucker aber geben keinen flüchtigalkalinischen, sondern einen sauren Geist, wie die mehresten Pflanzenstoffe thun (§. 471.).

Die

si
2
e
h
n
a
b
v
l
p

§. 485. Das empyreumatische Oehl solcher thierischen Theile, die Phosphorsäure zum Bestandtheil haben, läßt sich zwar, wie alle brandigten Oehle, durch wiederholte Rectification bey gelindem Feuer völlig wasserhelle und ungefärbt darstellen, wo es nun minder eckelhaft von Geruch und Geschmack, flüchtig und dünn wird, und den Namen des thierischen Oehles (*oleum animale Dippelii*) führt; aber es erleidet an der atmosphärischen Luft sehr bald wieder Veränderungen, wird wieder dunkel von Farbe, zäher von Consistenz, minder flüchtig, schärfer und unangenehmer von Geruch und Geschmack. Der Grund dieser Veränderung scheint in der Oxydation des Oehls, oder in der Verminderung des Brennstoffs zu dem Verhältniß der darin enthaltenen Phosphorsäure durch die respirable Luft zu liegen.

§. 486. Die Kohle, die nach der trocknen Destillation der thierischen Stoffe, worin die Phosphorsäure einen Bestandtheil ausmacht, zurückbleibt, ist, wie die Pflanzenkohle, schwarz, geruch- und geschmacklos, in Wasser, Oehlen und Weingeist vollständig unauflösbar, im stärksten Feuer unichmelzbar; aber sie unterscheidet sich dadurch, daß sie weit schwerer einzufasern ist.

Beispiele dieser Kohle geben das Beinsschwarz, das schwarzgebrannte Hirschhorn, schwarzgebrannte Elfenbein.

§. 487. Die Asche, welche nach dem gänzlichen Verbrennen der thierischen Kohle der oben (§. 476) genannten Bestandtheile übrig bleibt, hat keine Spur von feuerbeständigem Laugensalze, wie die Asche der Gewächse (§. 474), und die Asche der Gallerte, Lymphe, des fadenartigen Theils, und der Knochenmaterie ist phosphorsaure Kalkerde, mit mehr oder weniger Ueberschuß von luftsaurer Kalkerde.

Die Kohle dieser Theile besteht aus Phosphorsäure, und Kalk, was sehr gut erklären, den Durchgang der glühenden Asche und beim Ausfluß des Gases mit luftsaurem

§. 488. Die Kohle der thierischen Theile, und namentlich der Gallerte, der Lymphe, des fadenartigen Theils vom Blute, und der Knochen ist noch besonders dadurch sehr merkwürdig, daß, wenn sie in verschlossenen Gefäßen mit reinen, ägenden, feuerbeständigen Laugensalzen eingeäschert wird, sie der daraus mit Wasser ausziehenden Lauge das Vermögen verleiht, das Eisen aus seinen Auflösungen in

Säure schön blau, oder als Berlinerblau niederzuschlagen. Das Laugensalz wird dadurch in seinen Eigenschaften sehr abgeändert, verliert den alkalischen Geschmack, und das Vermögen, die Pflanzensfarben, wie vorher, zu verändern, und läßt sich auch durch Abdunsten in tafelförmige Krystalle zum Anschließen bringen. Es heißt nun Blutlaugensalz, oder phlogistisirtes Laugensalz. Dem Berlinerblau selbst entzieht ägendes Laugensalz, womit es auf nassem Wege digerirt wird, seine blaue Farbe, so daß nur ein schmutzigbrauner Eisenkalk übrig bleibt, und erlangt dadurch die Eigenschaften des Blutlaugensalzes. Auch die absorbirenden Erden geben durch Kochen mit Berlinerblau und Wasser Laugen, die das Vermögen haben, das Eisen aus seinen Auflösungen in Säuren zum Berlinerblau zu fällen.

D

le Hrn. Woll
stoff, Lyftr
ht. Es zeigt
wenn es ab
rch Kälte der
lutlaugensalz
Diese Säure
idm caeru-
r den Ramen
ennt die dars
e Prager.

Viertes Hauptstück.

Von selbst erfolgender Veränderung der Mischung organischer Körper.

S. 489.

Alle organische Körper sind einer ganz von selbst erfolgenden Veränderung ihrer Mischung unterworfen,

sen, wenn sie bey einem hinlänglichen Grade der Wässerigkeit und Wärme von dem Zugange der respirablen Luft nicht ganz ausgeschlossen sind; wobey ihre Eigenschaften und also auch ihre Natur ganz verändert werden, und sich Producte erzeugen, die als solche vorher in den Körpern nicht präexistirten. Man bezeugt diese von selbst erfolgende Veränderung der Gährung mit dem Namen der Gährung (*fermentatio*). Da aber auch verschiedene unorganische Körper diese von selbst erfolgende Zersetzung ihrer Mischung unter den angeführten Bedingungen erfahren, wie z. B. das Verwittern der Kiese, das Korrosiren vieler Metalle, beweist, so sollte man billig jenen Namen zur allgemeinen Bezeichnung dieser von selbst sich ereignenden Mischungsveränderung brauchen; man hat ihn aber auf besondere Arten derselben bey organischen Körpern eingeschränkt; nemlich auf Weingährung (*fermentatio vinosa*), Essiggährung (*fermentatio acida*) und Fäulnis (*putrefactio*).

§. 490. Die säßlich-schleimigten Körper des Pflanzenreichs, oder die mit dem Zuckerkoff versehenen, erfahren unter den Bedingungen der Gährung sehr bald eine auffallende Veränderung ihrer Mischung. Diese Bedingungen sind: ein gehöriger Grad der Wässerigkeit, eine Wärme von 55 bis 60 Gr. Fahrh., und Zugang der Luft. Der ausgepreßte Saft der Weintrauben, oder der Most, kann hierbey als Beispiel dienen. Sein Zuckerkoff wandelt unter jenen Bedingungen bald in bemerkbare Veränderung. Man verspürt nach kurzer Zeit in dem Moste eine innere Bewegung; die Masse dehnt sich mehr aus; die Durchsichtigkeit und Klarheit verliert

sich; die Farbe verändert sich; es entwickelt sich eine große Menge von Luftblasen, deren Hervorbrechen ein hörbares Geräusch verursacht, und wenn die Materie einige Viscosität hat, eine mehr oder weniger dicke Schicht auf der Oberfläche der gährenden Materie (den Schaum) bildet. Diese Luft ist luftsaures Gas. Nach einer längern oder kürzern Zeit lassen diese Wirkungen der Gährung nach; der Schaum verliert sich, die gegohene Materie wird klar und helle, und die Entwicklung der Luftsaure hört gänzlich auf. Jetzt aber zeigt nun die gegohene Materie eine ganz veränderte Natur. Der süße Geschmack des Mostes und seine Klebrigkeit hat sich ganz verloren; er hat nun einen weinartigen Geruch und Geschmack angenommen, und herausgehende Kräfte erhalten, die vorher im Moste nicht zugegen waren. Es hat sich zugleich ein dicker Saft, die Hefen (faex) geschieden, und zu gleicher Zeit ein wesentliches Salz, der Weinstein (S. 452.), in größerer oder geringerer Menge, je nachdem der Most mehr oder weniger herbe war, oder mehr oder weniger davon enthielt. Der so erhaltene Wein muß, wenn er nicht eine anderweitige Mischungsveränderung erfahren soll, den Bedingungen dazu entzogen, von den Hefen abgezogen, vor dem Zugang der Luft verwahrt, und an einem kühlen Ort aufbehalten werden. — Je größer die Menge des Zuckers im Moste, bey übrigens gleichen Umständen der Gährung, ist, um desto geistreicher wird der Wein. Bey einem sehr großen Verhältniß desselben zu dem wässrigsten des Wassers bleibt auch wol eine Menge desselben unzersezt im Weine, und bildet so die süßen Weine, die hauptsächlich den wärmeren südlichen Gegenden eigen sind,

da

Da die säuerlichen Weine aus dem minder juckenden Moser minder warmer Gegenden gebildet werden. Wein, der noch nicht ausgegähret hat, und in der Stärke seiner Gährung durch Ausschließung der Luft unterdrückt worden ist; heben den Ausschlag derselben wieder zu gähren an, unter Entwicklung von viel Luftstoffe, wie der schäumende Wein beweist. (S. 491. 492.)

§. 491. Da der jucketüchtige Bestandtheil des Pflanzenreichs die eigentliche zur Weingährung fähigste Materie ist, so können auch aus allen sauren oder schleimigsauren Säften dem eigentlichen Weine aus Erbsensaft, Kirschen, weinartige Getränke werden; und das Weidenholz hat die meisten mehrere vergärbaren geliefert. Dahin gehört der Elder oder Apfelwein, der Johannisbeerwein, der Meth aus Honig, und endlich das Bier aus dem durch Malzen vorbereiteten Gerste, welches durch den Kieker des Wehls als Reim ausgegähret, und so die Gährungsfähigkeit der Gärung erfährt.

§. 492. Bei solchen Stoffen, die nicht sehr geneigt zur Gährung sind, befördert man dieselbe durch Zusatz von Gährungsmitteln (fermentis), d. i. von solchen Substanzen, die entweder schon in Gährung begriffen sind, oder leicht in dieselbe gerathen.

§. 493. Wenn man die gegohrenen weinartigen Getränke einer gelinden Destillation unterwirft, so kann man daraus eine Flüssigkeit absondern, in der alle herauschende Kraft des weinartigen Getränkes liegt, die einen starken und durchdringenden Geruch

und Gefühn hat, sich mit Wasser in allen Verhältnissen vermischen läßt; in einer geringern Dosis färbt, als das Wasser; in der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre nicht geistert, sich entzündend erhält, ohne Rauch und Raß mit einer bläulichen Flamme verbrennt, und den Namen des brennbaren Geistes oder Weingeistes. (Spiritus ardens, inflammabilis, spiritus vini) führt, wenn er auch gleich nicht aus eigentlich so genanntem Wein bereitet worden ist.

715 Basinische, eben: Guangzhou, Hongkong, Macao
Arad, u. b. gl.

1894. Er mehr Dichten Weingeist aus dem
mit Wasser gemischten Rohmaterial, wässrigen, sehr
durchgehende Destillation: befreit ist, in einem
stark feinem Weingeist: der vorher erwähnten
Eigenschaft. Der Rohmaterial heißt Alcohol oder
hochst rectificirter Weingeist (Spiritus vini recti-
ficatus). Er ist ein Auflösungsmittel für eine
große Anzahl von Körpern; z. B. für die meisten Al-
kalien, verschiedene Neutral- und Mittelsalze, die
Säuren.

§. 495. Aus der innigen und genauen Vereinigung des Alcohols mit der concentrirten Bitriolsäure erzeugt sich ein neues merkwürdiges Product, die Bitriolnaphtha, oder der Bitrioläther, eine Flüssigkeit von einem eigenen, angenehmen, aber durchdringenden, Geruche und Geschmack; die noch leichter ist, als Weingeist, sich im Weingeist leicht auflöst; und auch einigermaßen im Wasser; da zehn Theile des letztern einen Theil davon in sich nehmen; sehr leicht und schnell verbunftet, und dabei eine sehr schnelle Hitze erzeugt; sich leicht anzünden läßt; auch schon in der Entfernung von der Flamme etwß Lichtes, und mit einer starken und hellen Flamme verbrennt. Auch einige andere Säuren bringen mit dem Weingeiste besondere Arten von Aether hervor; wovon die Salpeterminaphtha, die Essignaphtha) Beispiele geben:

Alle Arten der Naphtha bestehen aus Brennstoff, Luft, Wasser, und der zu ihrer Verwitterung angewandten Säure; und ihre Entstehung läßt sich aus der Entziehung eines Theiles des wässerigten des Alcohols durch die angewandte Säure, und den Bestritt eines Theils der letztern erklären; wobei auch freylich eine Quantität Weingeist ganz zerstört wird.

§. 496. Die Theorie der Weingährung und die Entstehung des brennbaren Gases dabei, läßt sich nur aus der Vergleichung der Bestandtheile des den Gährung fähigen Stoffs und der Producte nach der Gährung gehörig herleiten. Die Erfahrung lehrt, daß nur der Zuckerstoff oder auch die schleimigzuckerartige Materie des Pflanzenreichs der Weingährung fähig sey, wenn sie den gehörigen Grad der Verdünnung mit Wasser hat. Die Bestandtheile dieser im Wasser aufgelösten, schleimigzuckerartigen Stoffe sind

sind Brennstoff, Luftsäure und Wasser. Durch Hülfe der Wärme, die eine Bedingung zur Gährung ist, wird zuerst der größte Antheil der Luftsäure luftförmig, und entweicht als luftsaures Gas (§. 490). Nach Ausscheidung eines gewissen Antheils derselben befinden sich nun die übrigen Grundtheile in einem andern Verhältnisse zu einander; der Zuckerkoff bleibt nicht mehr Zuckerkoff, weil dieser nur von der Verbindung des Brennstoffs mit der Luftsäure in einem andern Verhältnisse statofand; es werden viel mehr jetzt bey dem veränderten Verhältnisse des Brennstoffs, die geringere Menge des Luftsäure, und das Wasser zusammen ein anderes Product bilden müssen, nemlich den brennbaren Geist. Wir könnten also sagen, Alkohol sey Zucker, worin durch Entwicklung eines Theils der Luftsäure das Verhältniß des Brennstoffs zu derselben größer geworden, und der zugleich noch in eine innige Verbindung mit dem Auflösungswasser gebracht ist. Der erzeugte brennbare Geist kann ferner nicht mehr die Bestandtheile aufgelöst erhalten, die vorher das Wasser des der Gährung unterworfenen Stoffs aufgelöst hatte; daher trübt sich die Mischung, und es sondern sich nach der verschiedenen Beschaffenheit und Mischung der gährenden Flüssigkeit verschiedene Substanzen ab; wie z. B. Schleim und Weinstein, die, wenn der Wein wenig Geistiges, d. i., wenig Alkohol enthält, auch wol noch in dem übrigen Wässerigen in ziemlicher Menge aufgelöst bleiben können.

§. 497. Wenn die Bedingungen der Gährung (§. 490.) auf den schon fertigen Wein fortbauen, so erleidet er eine anderweitige Veränderung der Mischung, wobei seine vorher erwähnten Eigenschaften wieder-

um verlohren gehen. Wird nemlich der Wein, oder ein anderes weinartiges Getränk, in einem offenen Gefäße einer anhaltenden Wärme von 70. bis 85 Gr. Fahrenh. ausgesetzt, so wird er wieder trübe, wenn er vorher klar war; er wird mit einer fahlgelben Haut bedeckt, eine gewisse Menge fadenartiger Materie trennt sich aus ihm los; allmählig wird die Flüssigkeit wieder klar und helle, nachdem sich die getrennten Materien davon abgefondert haben; aber nun findet man allen geistigen Geruch und Geschmack, und alle berauschende Kraft verlohren, und die Flüssigkeit ist jetzt offenbar sauer geworden, und heißt Essig (Acetum). Aus dem vollkommenen Essig läßt sich durch Destillation kein brennbarer Geist mehr absondern, wie aus dem Weine. Die respirable Luft, an welcher die Essiggährung ver- geht, wird allmählig zur Stickluft, und in ihrem respirablen Antheil vermindert.

§. 498. Jedes gegohrene weinartige Getränk ist dieser Verwandlung in Essig, oder der Essiggährung fähig. Ferner sind auch der Schleim, die Stärke, die wesentlichen sauren Pflanzensäure, das Mehl zu dieser Essiggährung unter den dazu nöthigen Bedingungen zu bringen. Wenn hierbey der Zuckerstoff in der nöthigen Menge fehlt, so werden sie zu Essig, ohne daß eine weinigte Gährung vorher durch die Sinne bemerkt werden kann. Es ist also nicht immer nothwendig, daß die Weingährung der Essiggährung vorhergehe.

§. 499. Da die Essigsäure flüchtig ist (§. 458.), so läßt sich auch dieselbige aus dem Essig durch eine Destillation absondern, und von den übrigen fremden

arti-

artigen, im Essig aufgelöset, z. B. weinsteinartigen und schleimigten Theilen, trennen, wobei aber doch die wässerigten Theile mit der Essigsäure verbunden übergehen. (Destillirter Essig.)

§. 500. Die Essigsäure selbst ist kein Extract aus den der Essiggährung unterworfenen Stoffen, sondern ein Product. Sie besteht aus Brennstoff, Luftsäure und Wasser (§. 458.), also aus denselben Bestandtheilen, als der Alcohol (§. 494.), aber in einem weit geringern Verhältniß des Brennstoffs zu den übrigen Bestandtheilen, als es in diesem der Fall ist. Eben so ist auch der Zucker, der Schleim, die Weinsäure, die auch zur Essiggährung geschickt sind, aus diesen Bestandtheilen, wiewohl in andern Verhältnissen, zusammengesetzt (§. 451. 452.). Das wirkende Agens bey der Essiggährung ist die respirable Luft, die durch ihre Anziehung zum Brennstoff diesen dem im Wasser verdünnten Schleime und Alcohol, Zucker und Weinsäuren allmählig entzieht, und darin so vermindert, daß er in Verbindung mit Luftsäure und Wasser nur noch Essigsäure constituiren kann. Dies wird vollkommen dadurch bestätigt, weil Schleim, Alcohol, Zucker, Weinsäure, Sauerstoffsäure, Apfelsäure, u. d. gl. m. durch Dephlogistisirung mit Sauerz auch zur Essigsäure werden können.

§. 501. Die letzte Periode der von selbst erfolgenden Veränderung der organischen Wesen, die sich mit der gänzlichen Zerstörung derselben, und mit der Zerstreuung aller ihrer flüchtigen oder expansiblen Theile endiget, heißt die Fäulniß, oder die saure Gährung, bey festen Körpern auch Verwesung.

sung. Da alle Pflanzen: und thierliche Stoffe, die zur weinigsten nach saurem Gährung geschikt sind, die für endlichen Gährung unterworfen sind, so hat man dieselbe auch als eine Fortsetzung jener ersten Arten der Gährung angesehen, was aber nicht von allen, sondern nur von den Stoffen gilt, die solche Bestandtheile besitzen, welche zur Erzeugung des Spiels und der Essigsäure fähig sind. Andere Substanzen des Thier- und Pflanzenreichs gehen in Gährung und Verwesung, ohne daß man etwas von den ersten Arten der Gährung bei ihnen wahrnehmen kann. Ausgenommen sind von der wahren Gährung: Harze, natürliche Balsame, fette Oehle, ätherische Oehle, reines Fett, die reinen Pflanzenäuren (§. 452 — 458.), Zucker, Weingeist, Kampher, Kohle. In der genauen Vermischung und Vermengung der übrigen zur Gährung geschickten Substanzen gehen sie aber mit in die Verwesung und völlige Zersetzung über.

§. 502. Die Bedingungen, unter welchen die Gährung und Verwesung Statt hat, sind dieselbigen, als bei der Wein- und Essiggährung (§. 490).

- 1) Eine der vorzüglichsten ist der gehörige Grad der Feuchtigkeit. Völlig trockene thierische oder vegetabilische Substanzen faulen nicht.
- 2) Wärme; die aber nicht von dem Grade zu seyn braucht, als bei der Wein- und Essiggährung. Wenn indessen dadurch die Feuchtigkeit ganz zum Verdunsten gebracht ist, so kann die Gährung gehindert oder unterbrochen werden.
- 3) Zugang der respirablen Luft; doch scheint er nicht in allen Graden der Gährung erforderlich zu seyn.
- 4) Ruhe.

§. 503. Die Erscheinungen der Fäulniß sind unendlich verschieden und mannigfaltig, sowohl nach den Substanzen, die ihr unterworfen sind, als nach der Stärke und Beschaffenheit der zugelassenen Bedingungen. Sie sind anders bey Pflanzen, als bey Thieren, anders bey diesen, als bey jenen Producten derselben; sie erfolgen früher oder später, gehen schneller oder langsamer fort; und oben darin liegt ein Grund mit, warum sich keine allgemeine Theorie der Fäulniß, dieser großen Operation der Natur, wodurch sie zerstört, um productiv zu werden, entwerfen läßt.

§. 504. Die thierischen Flüssigkeiten und die weichen festen Theile sind unter den angeführten (§. 502.) Bedingungen besonders leicht zur Fäulniß geneigt. Wenn man so z. B. frisches festes Fleisch in einem offenen Gefäße einer mäßigen Wärme von etwa 60 Gr. Fahrenh. aussetzt, so verändert sich zuerst seine Consistenz und Farbe. Die erstere wird vermindert, die letztere wird etwas dunkler, und das Fleisch erhält einen faden oder dumpflichten Geruch, der aber noch nicht eigentlich faulig ist. Nicht lange nachher verändern sich die Eigenschaften mehr; es entwickelt sich ein kurz vorübergehender säuerlicher Geruch, der einem unangenehmen, stinkenden-Geruche bald Platz macht. Die Farbe des Fleisches wird bläulich, sein Geschmack ekelhaft und widerwärtig, sein Zusammenhang lockerer. So wie die Fäulniß nun fortgeht, und die Wasserigkeit, die Hauptbedingung zur Fäulniß, nicht fehlt, vermindert sich der Zusammenhang des Fleisches immer mehr; der Umfang und das Gewicht nimmt ab; die organische Structur wird aufgelöst; es fängt an

zu verschmelzen; der Geruch wird immer sinkender, unerträglicher, zugleich etwas stechend, und mit dem Urinsfen des flüchtigen Laugenfalzes deutlich verbunden. Unter diesen Erscheinungen wird das Fleisch endlich ganz aufgelöst, und verwandelt sich zuletzt, unter einem höchst widerwärtigen Geruche, in eine Art von Jauche, wobei der Geruch des flüchtigen Laugenfalzes endlich gar nicht mehr wahrgenommen werden kann. Jetzt ist die Fäulniß vollendet; allmählig verfliehet der faulende Geruch von seiner Stärke; die flüssige Consistenz vermindert sich wieder; die Feuchtigkeit verdunstet; es wird alles trocken und zerreiblich, und es bleibt zuletzt nur noch eine geringe Portion einer schwarzgrauen unschmackhaften Erde übrig.

„Di

Harn,
ieller,
lassen
: ver
en eis
hiedes
raden
n der
ß die
n.

§. 505. Wenn weiche, frische, saftige Pflanzen in nicht zu kleinen Massen an einen mäßig temperirten Ort in einem offenen Gefäße fest zusammengedrückt hingestellt worden, so fangen sie in kurzer Zeit an, sich inwendig zu erhitzen, und diese Erhitzung nimmt manchmal bis zu einem sehr beträchtlichen Grade zu. Die grüne Farbe der Pflanzen verändert sich in eine schwärzliche; der Zusammenhang der Fasern nimmt immer mehr ab; sie werden weich und endlich breypartig. Der natürliche Geruch der Pflan-

zen

gen verliert sich gleich anfangs sehr bald, und es folgt ein säuerlicher, bald vorübergehender; dann ein eigenthümlicher nasebber, der zuletzt offenbar fauligt ist, aber doch nicht ganz das Widerwärtige und das der menschlichen Natur so Unanastehliche der in der höchsten Stufe der Fäulniß begriffenen thierischen Theile hat. Zuletzt trocknet die breiartige Masse immer mehr aus, der unangenehme Geruch verliert sich allmählig, und es bleibt endlich nach ziemlich langer Zeit ein kleiner Antheil schwarzgrauer Erde übrig.

§. 506. Aus den in Fäulniß begriffenen thierischen Körpern läßt sich durch Destillation derselben flüchtiges Laugensalz absondern; so wie dies flüchtige Alkali auch unter dem faulen Geruche verstreicht ist. Indessen kann man keinesweges behaupten, daß der eigentlich faule Geruch bloß von diesem entwickelten Alkali herrühre; er ist vielmehr gar sehr von dem urinsfen Geruche des reinen flüchtigen Alkali verschieden, welches gar nicht das Widerwärtige besitzt, als jener. Dieses widrige, faulriechende, flüchtige Wesen der in Fäulniß begriffenen Körper möchte ich für das eigentliche Product der faulenden Gährung halten, in dem Sinne, wie es das Spiritusöl für die Weingährung, die Essigsäure für die saure Gährung ist; und ich wäre geneigt, es von der Verbindung des Stenstoffes mit der Phosphorsäure der faulenden Stoffe herzuleiten, und dies um so eher, da auch das Phosphorgas gewissermaßen den unangenehmen Geruch faulender Stoffe zeigt. Sollte nicht auch das Fluchten verschiedener faulender Körper daher zu setzen seyn?

§. 507. Die Luft, worin faulende Körper eingeschlossen sind, wird in einem hohen Grade zum Nützen und zum Unterhalten des Verbrennens verwendet. Sie wird theils mit luftsaurem, theils mit brennbarem Gas beladen, und ihres respirablen Antheils beraubt, der sich in phlogistisches Gas verwandelt. Das brennbare Gas, das man aus dem Schlamm stehender Gewässer durch Aufsteigen des selben entwickeln kann, (Sumpfluft) ist ebenfalls ein Product der Fäulnis. Es kommt mit dem aus Pflanzen und thierischen Stoffen durch Destillation derselben zu erhaltenden brennbaren Gas überein, und hat auch Sauerstoff, Luftsaure und Wasser zu Bestandtheilen.

Volta lettere al P. G. Campi sull'aria infiammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8. 1778. 8. Briefe über die natürlich entstehende Sumpfluft von Hrn. Hier. Volta, d. 8. Ital. Winterthur 1778. 8.

§. 508. Abgehalten wird die Fäulnis durch die Entfernung der dazu erforderlichen Bedingungen (§. 502.); und alle die Körper, denen man eine eigene fäulniswidrige oder antiseptische Kraft zuschreibt, wirken in der That auf keine andere Art, als daß sie die Bedingungen zur Fäulnis entfernen. Wir brauchen also keine eigenthümliche Kraft dieser Art in der Natur anzunehmen. Zu den Mitteln, die Fäulnis abzuhalten, gehört 1) das Austrocknen, wodurch die hauptsächlichste Bedingung, die Feuchtigkeit, entfernt wird; 2) der Frost, wodurch die Feuchtigkeit in den festen Aggregatzustand versetzt, und also so gut wie entfernt wird; 3) das gänzliche Ausschließen der respirablen Luft, wie das Uebergießen mit Harz, Wachs, Oehl, u. d. gl.

gl. obgleich dies nicht immer stät, wenn in den Zwischenräumen der zur Gährung geeigneten Körper selbst viel Saft enthalten ist; 4) der Weingeist, der theils durch Entziehung der Wasserigkeit, theils durch Ausschluß der Luft wirkt; 5) das Einsäugen, das in der That nur in sofern Gährung von den dazu geeigneten Substanzen abhält, in so fern es ihnen das Wasser entzieht, weswegen es auch in zu geringer Menge angewendet die Gährung eher befördert, als abhält; 6) das Räucher, was hauptsächlich durch Austrocknung wirkt; 7) das luftverdichtete Gas und andere irrespirable Luftarten, die hauptsächlich durch Ausschluß der respirablen Luft, also durch Entfernung einer Bedingung, Gährung abhalten; 8) zusammenziehende Stoffe, wegen der dadurch bewirkten Verhärtung, Verdichtung, und Austrocknung der Fasern; daher sie auch unzulänglich und selbst vor dem Verderben nicht geschützt sind, wenn hinlängliche Feuchtigkeit bey ihnen ist; endlich 9) Bewegung der Theile, durch welche auch die Natur selbst ihre organische Wesen vor der Zersetzung durch Gährung sichert, die sogleich anfängt, wenn die Lebensbewegung und die der flüssigen Theile aufhört.

John Pringle some experiments on putrefaction, in den philos. transact. Versuche mit Materien, welche den, von J. Pringle, übers. im B. X. S. 300 ff. Experimenta viride, Lond. 1764. gr. 8. Dav. fahrungen erläuterte Versuche i würfe, a. d. Engl. von Contr. A

§. 509. Bey der Gährung und Verwesung wirken ähnliche Kräfte, als bey den vorigen Arten der Gährung, und es gehören auch gleiche Bedingungen

gen dazu; aber die Phänomene sind nach Verschiedenheit der Elemente faulender Körper so sehr verschieden, daß sich doch im Allgemeinen keine Theorie davon angeben läßt.: Aufgehobenes Gleichgewicht zwischen den Verwandtschaftskräften der Bestandtheile organischer Wesen durch und nach Abscheidung eines Theils des Brennstoffs vermittelt der verspinnbaren Luft, das luftförmige Gas vermittelt der Wärme; Entzündung und Zerschwerdung des Wärmestoffs durch die Veränderung der Mischung, Verwandlung der nunmehr sich in andern Verhältnissen verbindenden Stoffe in expandible Flüssigkeiten vermittelt der Wärme, sind gewiß die Grundursachen der Zerschmelzung der Schmelze; allein wie viel ist hier noch zu bestimmen und zu untersuchen übrig!

§. 510. Die nach der völlig vollendeten Verwesung der thierischen und vegetabilischen Substanzen übrig bleibende Erde, heißt **Dammerde** (Humus). Sie ist noch brennbarhaltig, und enthält die in den Substanzen vor der Verwesung enthaltenen erdigten Theile. Es verdiente aber wol eine nähere Untersuchung, ob sie auch noch alles das feuerbeständige Laugensalz, was die Pflanzen, und alle die Phosphorsäure, die die thierischen Theile vor der Verwesung enthielten, in sich habe, was ich sehr bezweifle. Sie ist, wegen ihrer ungemein feinen Feinheitung fähig, mit der Feuchtigkeit in den Geströmen der Pflanzen aufzusteigen, so zu einer Nahrung für die darin wachsenden Pflanzen, und also wieder zu Bestandtheilen neuer organischer Wesen zu werden.

§. 511. Die aus der Verwesung thierischer und vegetabilischer Körper zurückbleibende Erde enthält

gewöhnlich mehr oder weniger in die Sinne fallende Salpêtre, deren Daseyn vor der Verwesung der ihnen nicht wahrgenommen werden konnte. Es giebt nemlich solche Erde, wenn sie mit Wasser ausgelaugt wird, beym Zusatz des Gwächstungensalzes, Salpêtre, und der Salpetersäure nichts unter gewissen Umständen einen Bestandtheil derselben von der Verwesung übrig bleibenden Erde gewöhnlich aus. Ich muß bekennen, daß die Theorie der Erzeugung dieser Salpetersäure noch vieler Aufklärung bedarf; indeßens dünkte es doch wol wahrscheinlich seyn, daß das flüchtige Laugensalz, oder noch mehr, der Phosphorsäure der verwesenden Substanzen an dieser Erzeugung den größten Antheil habe, zumal da neueste Versuche des Hrn. Müllner den Ubergang des flüchtigen Laugensalzes in Salpetergas beym Durchgang durch glühende eiserne Röhren erweisen.

Müllner über die Erzeugung der Salpetersäure und Salpeterluft; in Gerns Journal der Phys. B. III. S. 83. ff.

Ich habe
Körper der dr
zum Grunde
Handbuch der
B. II. 1789,
die weitere
enthält; man
mehrere, zum

Lehren selbst wahrnehmen, wovon ich in diesem jetzt gelieferten kurzen Abriss die Gründe nicht mit vortragen konnte, die ich aber bey einer bevorstehenden neuen Ausgabe meines chemischen Handbuchs darlegen werde. — Was die weitere Entwicklung des Lavoisierschen Systems der Chemie betrifft, so verweise ich in dieser Hinsicht auf dessen *Traité élémentaire de Chimie, à Paris 1789. T. I. II. 3.* und des Hrn. Fourcroy *Elements d'Histoire naturelle et de Chimie. Troisième Edition, à Paris 1789, Vol. I — V. 2.*

Abriss der Bestandtheile des
in System der Chemie zwar
dem Titel: Systematisches
Halle, Th. I. S. I. 1787.
3. herausgegeben ist, und
kurz vorgelegenen Sätze
ey genauerer Vergleichung
e, Abänderungen mancher

Zwey,

Zweiter Abschnitt.

L i c h t m a t e r i e .

§. 512.

Bei Tage, und bei der Erhellung der Körper durch Feuer oder durch leuchtende Körper, bringen die Gegenstände in unsern gesunden Augen eine Empfindung zuwege, welche jedermann unter dem Namen des Sehens kennt, wodurch wir in den Stand gesetzt werden, von der Lage, Figur, Größe, und Bewegung der sichtbaren Gegenstände urtheilen zu können.

§. 513. Die materielle Ursach dieser Empfindungen nennt man Licht, oder Lichtmaterie (*materia lucis*). Außer dem Sinne des Gesichts kann dies Wesen freulich von keinem andern Sinne empfunden werden. Da es aber das Organ des Gesichts rührt, ihm sogar beschwerlich und schmerzhaft werden kann, da wir es vermehren, vermindern, absondern, einschließen, messen, figuriren und versetzen können, kurz, da es im Raume und in der Zeit enthalten ist; so trage ich gar kein Bedenken, sein materielles Daseyn anzunehmen, und ihm objectiv Realität zuzuschreiben.

§. 514. Der Zustand der Körper, die in unsern Augen die Empfindung des Sehens hervorbringen, heißt Erleuchtung oder Helligkeit (*claritas*), welchem die Dunkelheit oder Finsterniß (*obscuritas*) entgegengesetzt ist, die, wie niemand zweifelt, kein eigenes Dunkelmachendes Wesen voraussetzt, sondern bloße Abwesenheit des Lichts ist.

Ha

§. 515.

§. 515. Diejenigen Körper, die aus sich das Licht entwickeln, und also für sich allein die Empfindung des Sehens verursachen, heißen leuchtende Körper (*corpora lucentia*), und dahin gehören die Sonne, die Fixsterne, alle brennende Körper; alle andere Körper aber, die uns nur durch Hülfe jener sichtbar werden, heißen, wenn sie die Empfindung des Sehens bewirken, erleuchtete oder erhellte Körper.

Schwachleuchtende Körper können durch starken Glanz aber auch ganz unsichtbar, oder zu bloß erleuchteten gemacht werden, weil die gleichzeitige stärkere Empfindung in einem und denselben Organ die unästhetischere vermischt. So sieht man Phosphor beim Tageslicht nicht leuchten, nur erleuchtet, und die Gestirne sind unserm bloßen Gesichte dann ganz unsichtbar.

§. 516. Wenn wir durch gewisse Körper die gerade Linie unterbrechen, die von unserm Auge zu den leuchtenden oder erleuchteten Gegenständen gezogen werden kann, so können wir diese nicht mehr sehen; verschiedene andere Körper hingegen verhinderen es in diesem Falle nicht, sondern wir können durch sie die körperlichen erleuchteten Gegenstände wahrnehmen. Jene heißen opake oder undurchsichtige Körper (*corpora opaca*); diese durchsichtige (*corpora transparentia*, *diaphana*, *pellucida*). Die Durchsichtigkeit derselben leidet übrigens verschiedene Stufen. Sie hängt nicht von der Menge der Zwischenräume, sondern von der geradlinigten Richtung des Lichts in der Masse ab, wie weiter unten näher erläutert werden wird.

Notbige Erinnerung hiebei, wegen des Sehens vermittelt der durch Spiegel reflectirten Strahlen.

§. 517. Wenn das Licht der Sonne durch eine kleine Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer fällt, so findet man; daß die Erleuchtung der hinter einander liegenden Lufttheilchen eine gerade Linie macht. Da aber auch erleuchtete Gegenstände nicht wahrgenommen werden können, wenn die gerade Linie zwischen ihnen und unsern Augen durch undurchsichtige Körper unterbrochen wird, so muß sich das Licht sowohl von den leuchtenden, als erleuchteten Körpern in geraden Linien fortpflanzen.

§. 518. Die Theilchen des Lichtes, die in einer geraden Linie sich hinter einander bewegen, nennt man einen Lichtstrahl (radius lucis). Die durchsichtigen Körper (§. 516.) müssen diese Lichtstrahlen durch sich nach unserm Auge hindurchgehen lassen, sonst würden wir durch sie hindurch die sichtbaren Gegenstände nicht wahrnehmen können.

§. 519. Da man einen Körper von allen Seiten, auf welche das Licht auf ihn fällt, sehen kann, so müssen aus jedem Punkte des sichtbaren Körpers

zu nach geradlinigten
Licht ist also eine
it, die durch Expan-
ird (§. 340.). Seine
eren Mittel von der
n, ungehindert nach

allen Seiten zu, wie die Radii einer Kugel vom Mittelpunkte nach der Peripherie. Wir können uns also die Verbreitung des Lichts von jedem leuchtenden oder erleuchteten Punkte als eine Sphäre von einer unbestimmten Größe vorstellen, deren Centrum der strahlende Punkt einnimmt, und deren Radii

die Lichtstrahlen sind. Um ferner die Phänomene des Lichts vollständig erklären zu können, sind wir genöthiget, es als eine discrete Flüssigkeit zu denken, deren Theilchen durch große Zwischenräume in Beziehung auf ihre Durchmesser von einander abgesondert sind, und deren strahlende Theilchen sich nicht berühren. Das Licht hält daher auch den Lauf des Lichts nicht auf. Der scheinbare Zusammenhang der Lichtstrahlen in der Länge und Breite hat nur subjective Gründe. Wäre das Licht eine zusammenhängende, und keine discrete Flüssigkeit, so würden sich, wie doch die Erfahrung das Gegentheil lehrt, zwei leuchtende Ströme nicht durchkreuzen können, ohne sich zu unterbrechen; die zahllosen Durchkreuzungen und Zurückstrahlungen des Lichts, die es erleidet, würden seine geradlinigte Richtung gänzlich stören, und es würde in unsern Augen alle die Eigenschaften verlieren, die von dieser Richtung abhängen. Diese Feinheit und Dünne der Theilchen des Lichts in Beziehung auf die Abstände derselben von einander übersteigt freylich unsere Einbildungskraft. Das Licht ist endlich eine imponderable Flüssigkeit, deren Theilchen keine Schwerkraft afficirt, die mit der Verbreitung des Lichts nach allen Seiten zu, und mit seiner geradlinigten Strahlung im Widerspruch seyn würde.

Ueber das Gleichgewicht des Feuers, vom Hrn. Dreyfuss, in Grens Journal der Phys. B. VI. S. 323. f. 1.

§. 520. Die Geschwindigkeit der Ausbreitung der Theilchen des Lichts vom strahlenden Puncte ist so groß, daß die Zeit, die es braucht, um einen auf der Erde zu überschenden Raum zu durchlaufen, für

uns

und nicht mehr meßbar ist. Indessen ist diese Bewegung doch nicht instantan, oder ohne Zeit, wie man ehemals glaubte, sondern für sehr große Räume allerdings meßbar, und nicht außer aller Vergleichung groß, wie die Astronomie lehrt. Den sichersten Beobachtungen derselben zufolge durchläuft das Licht den Weg von der Sonne zur Erde, oder den Raum, der dem mittlern Halbmesser der Erdbahn oder 23430 Halbmessern der Erde gleich ist, in 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Secunden. Diese Geschwindigkeit verhält sich zu der, mit welcher die Erde um die Sonne läuft, wie 10313 : 1; zu der Geschwindigkeit, mit welcher ein Punct des Aequators der Erde bey ihrer Umdrehung um die Achse geführt wird, wie 653539 : 1; und zu der Geschwindigkeit des Schalles beynahе wie 976000 : 1. Diese Geschwindigkeit des Lichts giebt also binnen Einer Secunde einen Weg von mehr als 40000 geographischen Meilen. Außer dieser großen Geschwindigkeit des Lichts und aus der Dauer der Empfindung in unserm Organ nach empfangener Impression läßt es sich denn auch erklären, warum uns die Theilchen des Lichts und die Strahlen desselben als zusammenhängend vorkommen können, ob es gleich eine discrete Flüssigkeit ist (§. 319.).

Römer, ein dänischer Astronom, beobachtete mit Cassini in den Jahren 1671 bis 1674 die Verfinsterungen der Jupitersmonden fleißig, und fand, daß bey den verschiedenen Stellungen der Erde in ihrem Kreislauf um die Sonne die Zeit des Austritts des ersten Monden aus dem Schatten des Jupiters nicht so erfolgte, als es der Berechnung nach hätte seyn müssen. Es sey z. B. (Fig. 55.) S die Sonne, T die Erde, und TQM ihre Bahn um die Sonne, t, der Halbmesser dieser Bahn, I der Jupiter und RA ein Theil seiner Bahn um die Sonne, L der erste Mond des Jupiters, und Labo die Bahn dieses Monden um den Jupiter. Wenn die Erde sich

in

in T befindet, und der Beobachter auf derselben stehend

1 L aus dem Schatten
er diesen Austritt etw
n abermals wahrneh
bliebe, in 30 mal 42
des Jupitermonden
3 mal beobachten könn
t Zeit einen Theil ih
in t an. Wenn nun
h fortzupflanzen, so
e in t diesen Austritt
in T war, und es muß
42 St. 30 Min. noch
as Licht braucht, um
id lt zu durchlaufen.
der Academie der Wiss
adlung über diese all
es vor, die er aus seio
tte. Cassini und Nica
de l'acad. roy. des sc.
ns hingegen (tr. de lu-
c. philos. nat. S. 207.)

pflichteten ihm bey. Bradley endlich setzte durch die von ihm gemachte Entdeckung der Aberration der Fixsterne diese allmähliche Fortpflanzung außer allen Zweifel, und seine genaueren Bestimmungen haben gelehrt, daß, wenn die Differenz des Raums von 1T und 1t dem Halbmesser der Erdbahn te gleich sey, das Licht eine Zeit von 8 Min. $7\frac{1}{2}$ Secunde brauche, um ihn zu durchlaufen, oder daß das Licht, um von der Sonne bis zur Erde zu kommen, 8 Min. $7\frac{1}{2}$ Sec. Zeit verwende. (Bailly histoire d'astronomie moderne, T. II. S. 674.) Römer selbst hat nichts von seinen Beobachtungen schriftlich hinterlassen.

Aus dieser großen Geschwindigkeit des Lichts, und aus der Dauer des Eindrucks desselben auf die Netzhaut unseres Auges, läßt es sich denn leicht erklären, wie uns der Ausfluß des Lichts als ein ununterbrochener Strom, und die Strahlen als zusammenhängend vorkommen können, obgleich dies in der Wirklichkeit nicht so ist. Wenn man eine glühende Kohle schnell im Kreise schwingt, so scheint sie einen ununterbrochenen glühenden Kreis zu bilden, obgleich die Kohle an den verschiedenen Stellen desselben nach einander, nicht zugleich, ist. Hr. von Segner (Progr. de raritate luminis, Goetting. 1740. 4.) folgert hieraus, daß der Eindruck des Lichts auf der Netzhaut des Auges 3 Secunde dauere. Wir wollen annehmen, daß er nur $\frac{1}{3}$ Secunde dauere, so wird das Licht binnen dies
ser

ter Zeit einen Weg von nahe 5 Halbmessern der Erde durchlaufen. Es können also in einem Lichtstrahl die Theilchen um 5 Halbmesser der Erde von einander abstehen, und sie erscheinen uns doch zusammenhängend! Man sieht also leicht, daß zahllose Durchkreuzungen der Lichtstrahlen ohne Störung ihrer geradlinigten Verbreitung bestehen können (S. 520.). Zugleich erhellet daraus, wie das Licht, ohngeachtet seiner großen Geschwindigkeit, wegen der Feinheit seiner Theilchen, oder der geringfügigkeit seiner Masse, doch keine bemerkbar widerstehende Masse ist.

Die Lehre, nach welcher das Licht als eine eigene Substanz, und die Lichtstrahlen für die Wege materieller aus den leuchtenden Körpern ausfließenden Theilchen gehalten wird, heißt das Emanationssystem, das erst, seitdem es Newton zum Grunde legte, und seine herrlichen Entdeckungen in der Lehre vom Licht darauf bauete, sein großes Ansehen erhalten hat. Schon bey den Alten war die Meinung herrschend, daß das Licht ein Ausfluß eines substantiellen Wesens sey; Epikur, Empedokles, und die Corpuscularisten überhaupt nahmen sie an, und machten daraus Erklärungen des Sehens, die aber freylich das Gepräge der gänzlichen Unbekannthschaft mit dem Phänomene des Lichts, die uns die Experimentaluntersuchungen späterer Zeiten gelehrt haben, an sich tragen. Aus einer falsch verstandenen Stelle des Aristoteles (*De mente* II. 7.) nahmen die Scholastiker Anlaß, das Licht für unkörperlich, für eine bloße Qualität zu erklären. Ihre Gründe waren: 1) weil man sonst einen leeren Raum in der Natur annehmen müßte; 2) weil die Luft von Finsterniß zum Licht komme, ohne bemerkbare Theilung, ohne irgend eine Bewegung; 3) weil das Licht vom härtesten Erystall, vom Wasser, u. d. gl. durchsichtigen Körpern aufgenommen werde, und also an einem und eben demselben Ort mit diesen Körpern sey: est ergo Accidens receptum in corpore, in quo aliud omnino corpus admitti non potest: 4) weil, wenn das Licht Substanz wäre, seine augenblickliche Verbreitung nicht begriffen werden könnte. Andere Gründe waren von der bey der Materialität des Lichts entstehenden Hemmung und Hinderung der leuchtenden Ströme in ihrer Bewegung, von der daraus folgenden Verminderung der Sonnenmasse, von der Unermesslichkeit der Ausflüsse, die davon stattfinden müßten, hergenommen. Einige dieser Gegengründe müssen von selbst wegsfallen, andere werden nachher näher beantwortet werden. Cartesius (*Princip. philos.* P. III. §. 55. 63. 64. *Dioptrica* §. 3. 4. ff.) hielt das Licht für den Impulsus der Materie seines zweyten Elements, der von der schnellen Bewegung eines leucht-

leuchtenden Körpers herrühre. Durch die schnelle und beständige Bewegung der Theilchen des ersten und feinsten Elements würden die harten Kügelchen des zweiten Elements von allen Seiten gedrückt und gestoßen, und es pflanze sich dieser Stoß im Moment, ohne Zeit, durch alle geradlinigte Reihen dieser Kügelchen fort. Diesem System steht entgegen, daß der reelle Raum, der dabey im Universum angenommen wird, der Möglichkeit der Bewegung offenbar widerspricht; daß die Fortpflanzung des Lichts nicht instantan ist; daß sich daraus nicht einsehen läßt, warum z. B. das dichtere Glas durchsichtig, das lockere Papier es nicht ist; daß nach dieser Hypothese folgen würde, daß nirgends Finsterniß seyn könnte, indem sich der Impulsus der Kügelchen des zweiten Elements nach allen Richtungen fortpflanzen müßte; und endlich daß das Daseyn dieses Elements ganz nur fingirt, nicht erwiesen ist. Huygens suchte dies Cartesiansche System das durch zu verbessern (*Traité de la Lumière, Leide 1690. 4.*), daß er der Materie, von deren Impulsus die Empfindung des Lichts abhängt, und der er den Namen Aether giebt, Elasticität zuschreibt, und die Fortpflanzung des Lichts in derselben durch wellenförmige Bewegung, oder Wirbel, welche jedes von dem leuchtenden Körper bewegte Theilchen um sich her erzeuge, erklärt. Diese Huygenssche Meinung hat Euler (*Nova theoria lucis et colorum; in seinen Opusc. varii argument. Berol. 1746. S. 169. ff.*, und *Lettres à une Princesse d'Alençon T. I. L. 17—31*) in seiner so berühmten gewordenen Theorie zum Grunde gelegt, und dem Gebäude durch seine scharfsinnigen Berechnungen und fruchtbare Anwendung sehr viele Liebhaber erweckt. Er nimmt an, daß eine höchst subtile und elastische Materie, oder der Aether, im Weltraum ausgebreitet sey. Dieser Aether ist, seiner Berechnung zu Folge, 38736100 mal dünner, als die Luft, seine Elasticität ist aber 1287 mal größer, als die der Luft. Leuchtende Körper sind solche, deren Oberfläche in einem schnellen Zittern ihrer Theilchen ist, die dadurch den berührenden Aether eben so bewegen, wie die schallenden Körper durch ihre Schwingungen die Luft. Die Pulsus des Aethers pflanzen sich nach allen Seiten zu fort, wie die Radii einer Kugel von ihrem Mittelpunkte. Die Succession dieser Schläge in einer und derselben geraden Linie macht den Lichtstrahl aus. Durchsichtige Körper sind solche, deren Substanz diese Schläge selbst fortpflanzt; undurchsichtige hingegen solche, deren Theilchen vom Aether in Schwingung gesetzt werden, und denselben eben so wieder, wie die leuchtenden Körper, neue Pulsus ertheilen. Euler bestreitet zur Begründung seiner eigenen Hypothese das Newtonsche Emanationsystem mit folgenden Gründen: 1) Wenn sich die Natur nur bey geringen Distanzen der Ansflüsse bedient, z. B. beim Geruch, um die Empfindungen zu erregen, bey weitem Distanzen

hingegen, wie zur Fortpflanzung des Schalles, keine solche Ausflüsse braucht, so muß sie auch, um noch entferntere Dingen dem Gesichte empfindbar zu machen, diese andere Fortpflanzungsart gewählt haben. — Ich muß gestehen, daß ich die Bündigkeit des Schlußes von dem Warum? auf das Wie? nicht gehörig einsehe. 2) Wenn Emanationssthem müßten die Himmelsräume mit der Materie des Lichts so angefüllt seyn, und dies müßte mit einer so großen Geschwindigkeit bewegt werden, daß dadurch die Planeten in ihrem Laufe gestört werden würden. — Allein nicht zu gedenken, daß ein Theil dieses Einwurfs auf das Eulersche System selbst zurückfällt, und daß er so gut, wie ganz, verschwindet, wenn man das Licht als eine discrete Flüssigkeit betrachtet, deren Theilchen in so großen Zwischenräumen von einander abstehen, und mit einer solchen Geschwindigkeit bewegt werden, daß diese z. B. in einem Lichtstrahl 5 Erdbahnmesser von einander entfernt seyn können, und er uns doch als eine zusammenhängende Linie erscheinen kann. 3) Die unzählbaren Lichtstrahlen müßten sich nach so vielen Richtungen durchkreuzen, daß sie durch ihren Anstoß an einander, sich in ihren Bewegungen nothwendig hemmen und stören würden. — Der Einwurf fällt weg, sobald man nicht annehmen darf, daß das Licht in einem concreten Strome von den leuchtenden Körpern ausfließe, sondern eine discrete Flüssigkeit mit so ungemeinem Abstände ihrer Theilchen ist. 4) Die Sonne müßte durch den beständigen Ausfluß der Lichtstrahlen von derselben einen Abgang ihrer Masse erleiden, und wenn diese Verminderung der Sonne noch 5000 Jahre unmerklich seyn sollte, so müßte die Dichte der Lichtstrahlen an der Erde eine Trillion mal geringer seyn, als die Dichte der Sonne, welches unbegreiflich sen. — Hierauf aber läßt sich doch wol antworten, daß sich aus unsrer subjectiven Unbegreiflichkeit kein Schluß auf die objective Unmöglichkeit machen läßt; und daß durch einen uns unbekannten Kreislauf das Licht wieder zur Sonne, als seiner Quelle, gebunden oder frey zurückkehren kann, um als freyes Licht von da wieder ausgesendet zu werden. Die Dünne des Lichts, die Euler berechnet, kann auch noch geringer seyn, ohne daß sie deswegen einen Widerspruch in sich selbst enthielte. Eine gleiche Bewandniß hat es 5) mit der unbegreiflichen Geschwindigkeit, die, nach dem Emanationssystem, das Licht in seiner Bewegung haben müßte. Endlich 6) der Einwurf, daß die durchsichtigen Körper alle nach geradlinigten Gängen so durchbohrt seyn müßten, daß für die undurchdringliche Materie derselben kein Raum übrig bleibe, ist ebenfalls wieder von einer bloß subjectiven Unbegreiflichkeit der Materie an sich hergenommen, die gegen die oblective Realität der letzteren gar nichts beweisen. Nehmen wir nicht bey dem Lichtstrahl Stetigkeit an, obgleich keine da ist? Halten wir nicht

nicht den Stundenzeiger der im Gange begriffenen Taschenuhr für ruhend, ob er sich gleich bewegt? Wenn wir also schon solche Abstände bey dem Auseinanderseyn der Theile nicht mehr unterscheiden können, wie wollen wir verlangen, daß wir die Porosität des Glases und der durchsichtigen Körper fürs Licht sollten wahrnehmen können, dessen unbegreifliche Feinheit wir gern eingestehen wollen? Ueberdem wird auch, wie die Erfahrung lehrt, von allen durchsichtigen Körpern ein großer Theil des Lichts wirklich zurückgeworfen und intercipirt. — Dagegen läßt sich auf der andern Seite gegen die Eulersche Theorie vom Aether selbst anführen, 1) daß dabey ein Wesen angenommen wird, dessen Daseyn nur vorausgesetzt, nicht erwiesen ist, 2) daß, wenn dieser Aether als eine concrete Flüssigkeit angesehen wird, er bey der genauen Berührung seiner Theilchen alles mit vollkommener Dichte ausfüllen müßte, und er im Grunde mit dem cartesianischen Elemente übereinkommen würde, gegen welches die Beweglichkeit der Körper spricht; 3) daß aber, wenn er als discrete Flüssigkeit angesehen werden soll, sehr große Schwierigkeiten gegen die Ausbreitung und Fortpflanzung seiner Schläge stattfinden, und die ganze Eulersche Hypothese überhaupt damit nicht bestehen kann; 4) daß sich das Licht ganz anders ausbreitet, als die Schallwellen; denn das Sonnenlicht, das durch eine Oeffnung in ein finsternes Zimmer fällt, müßte nicht bloß in der geraden Linie, die sich von der Sonne durch die Oeffnung ziehen läßt, sondern an allen Orten im Zimmer gesehen werden, so wie man den Schall vor der Oeffnung außer dem Zimmer in demselben an allen Stellen hört. Dies und die einfachen, unausgeglichenen Erklärungen bey dem Phänomen des Lichts nach dem Newtonschen System, die Modificationen, die es offenbar bey andern Phänomenen erleidet, die Veränderung der Mischung, die es in den Körpern hervorbringt, die Erzeugung der Verbrennlichkeit bey dem Wachsthum der Pflanzen, an dem das Licht so großen Antheil haben muß, wenn er geschehen soll, die Bildung von Lustarten durch Ventrirt des Lichts zu gewissen Substanzen, die Verwandlung des Silbers durch bloßes Licht in brennbarhaltiges Silber, alles dies giebt der Lehre von der Existenz einer eigenen Lichtmaterie ein entscheidendes Uebergewicht über die Lehre, daß das Licht nur ein Zustand des Aethers sey.

Geradlinigte Fortpflanzung des Lichts.

§. 521. Ohngeachtet also die Theilchen des Lichts, die uns als Strahlen erscheinen, an sich keinen unterbrochenen Strom ausmachen, so können wir

wir uns doch hier die Sache so vorstellen, wie sie uns erscheint, und wir können also zur Erleichterung der Erklärung die Lichtstrahlen als gerade Linien ansehen, die vom strahlenden Punkte nach der Sphäre zugehen, die wir uns um den leuchtenden Punkt denken können, und deren Mittelpunct dieser strahlende Punkt ist.

§. 522. Es folgt zugleich hieraus, daß die Lichtstrahlen, die von einem sichtbaren Punkte ausfahren, und auf die Hornhaut oder Pupille unseres Auges oder sonst auf eine runde Fläche fallen, einen Strahlenkegel bilden müssen, dessen Grundfläche an unserm Auge oder an der anderen Fläche, und dessen Spitze an dem strahlenden Punkte ist.

§. 523. Wenn die Stärke des Lichts (*intensitas lucis*) von der Menge der auf eine Fläche fallenden Lichtstrahlen abhängt, so sieht man auch leicht ein, daß sich dieselbe umgekehrt verhalten müsse, wie das Quadrat der Entfernung der erleuchteten Fläche von dem strahlenden Punkte (§. 523.); ferner, daß von einerley strahlendem Punkte bey gleicher Entfernung weniger Lichtstrahlen auf einerley Fläche fallen müssen, wenn die Achse des Lichtkegels schief, als wenn sie senkrecht darauf ist, und daß immer desto weniger Strahlen auf die Fläche fallen müssen, je schiefer der Auffallswinkel der Achse des Lichtkegels ist.

Es sey c (Fig. 46.) ein strahlender Punkt, von welchem rund herum Lichtstrahlen ausfließen. Ein Theil dieses Lichts werde von der Kreisfläche ACB aufgefangen, deren Durchmesser AB ist, so ist cAB ein Strahlenkegel, dessen Spitze c und dessen Grundfläche ACB ist. Die dem strahlenden Punkte c zugekehrte Seite der Kreisfläche ACB wird von demselben Erleuchtung erhalten und alles Licht empfangen, das zwischen den äußern Strahlen cA und cB an der Peripherie des Kegels enthalten

ten ist. Wird nun diese Kreisfläche nur halb so weit vom strahlenden Puncte c in ab gestellt, so daß, wie vorher, die Achse desselbigen Strahlenkegels cC senkrecht auf ihrem Mittelpuncte steht, so wird nur der vierte Theil dieser Kreisfläche von eben den Strahlen erhellet werden, die vorher die ganze Fläche erhelten. Denn die Kreisflächen verhalten sich wie die Quadrate der Durchmesser, und der Durchmesser der Durchschnittsfläche des Kegels, die bey dem auf der Achse senkrechten geführten Schnitt in der halben Entfernung derselben von der Spitze entsteht, ist halb so groß. ABC empfängt also bey der noch einmal so weiten Entfernung von c auf ihrer ganzen Fläche nicht mehr Lichtstrahlen von c , als der vierte Theil derselben Fläche, wenn sie in ab oder in der halben Entfernung von c steht. Der Theil der Fläche, der in ab alle Strahlen eben dieses Strahlenkegels auffängt, wird also bey der doppelten Entfernung von c in AB nur den vierten Theil der Strahlen dieses Strahlenkegels empfangen, folglich bey der doppelten Entfernung viermal weniger vom strahlenden Puncte c erleuchtet werden, und die Intensität der Erleuchtung wird sich also umgekehrt verhalten, wie das Quadrat der Entfernung vom strahlenden Puncte.

Wenn ferner die Achse cC des Lichtkegels cAB nicht senkrecht auf der Fläche ACB steht, sondern diese schief dagegen, wie ab , gestellt wird, so lehrt der Augenschein, daß alsdenn nicht mehr alle zwischen cA und cB haltene Strahlen die Fläche treffen können, sondern ein Theil vorbeigeht, und also weniger Lichtstrahlen sie erhelten müssen, als vorher.

Wenn also bey der Entfernung z. B. von 10 Fuß von der Flamme einer brennenden Wachskerze kleine Schrift mit einer gewissen Deutlichkeit gelesen werden kann, so werden bey der Entfernung von 20 Fuß vier solcher Flammen der Wachskerze nöthig seyn, um die Schrift in eben der Stärke der Erleuchtung wahrzunehmen. Doch ist dies Exempel nicht ganz passend.

§. 524. Die Lichtstrahlen, welche bey ihrer Entwicklung aus dem strahlenden Puncte ausgehen, entfernen sich natürlicherweise immer weiter von einander, und heißen divergirend, auseinanderfahrend (*radii divergentes*), und ihre Divergenz muß desto größer seyn, je größer der Winkel an der Spitze des Strahlenkegels wird. Sonst können

nen aber auch Lichtstrahlen (wie dies in der Folge erhellen wird) von einer Fläche nach einem Punkte hin zusammenlaufen, oder convergiren (radii convergentes), und es muß ebenfalls die Convergenz derselben desto größer werden, je näher die Spitze des Strahlenkegels der Grundfläche desselben tritt.

Es sey (Fig. 57.) AB eine Kreisfläche, die vom strahlenden Punkte c Erleuchtung erhält, so ist cAB ein Strahlenkegel, und der Winkel, welchen die zwei äußern Strahlen an den entgegengesetzten Punkten der Peripherie A und B mit einander in c machen, $\angle ACB$. Wird dieselbige Grundfläche dem strahlenden Punkte c näher gestellt, wie in ab, so wird der Winkel ach, den nun die äußern Strahlen in dem entgegengesetzten Punkte der Peripherie a und b bilden, größer, die Größe der Divergenz der Strahlen wird so aus der Größe des Winkels in C beurtheilt.

Es laufe ferner ein Strahl (Fig. 58.) von A nach c, und ein anderer von B nach c, so heißen sie nun convergirend, und die Größe ihrer Convergenz wird durch den Winkel $\angle ACB$ ausgedrückt. Wenn nun eben diese Strahlen früher zusammentreffen, wie Af und Bf, so wird der Winkel AFB größer seyn, und man sagt, ihre Convergenz sey größer.

§. 525. Wenn die Fläche, welche die divergirenden Strahlen von einem strahlenden Punkte aufängt, sich weiter vom letztern entfernt, so wird auch der Winkel der äußersten an entgegengesetzten Punkten der Peripherie der Fläche auffallenden divergirenden Strahlen kleiner; und bey einer sehr großen Entfernung endlich so klein, daß der Winkel für uns ganz verschwindet, und daß man die auffallenden Strahlen als parallel ansehen kann, die also dann einen Strahlencylinder zu bilden scheinen.

§. 526. In einem freyen Mittel würde die Stärke des Lichts paralleler Strahlen bey ihrem Fortgange nicht vermindert werden; sie wird es aber

aber in durchsichtigen Körpern, weil diese wegen ihrer Undurchdringlichkeit nicht völlig und nie so durchsichtig sind, daß sie gar keine Strahlen aufhalten sollten. Je dichter das Mittel ist, desto stärker ist auch die Schwächung des Lichts in gleichen Entfernungen. Ueberhaupt aber nimmt die Stärke des Lichtes darin nach einer geometrischen Progression ab, wenn das Medium homogen und gleichförmig dicht ist.

Es se

die
un-
d-
n-
te-
re-
de-
re-
u-
e

davon aufgehaltene Theil $\frac{1}{x}$ seyn. Die durch die erste Schicht durchgehende Lichtmenge wird also $1 - \frac{1}{x}$ seyn; in der zweiten Schicht des Mediums wird davon der Theil $\frac{1}{x} - \frac{1}{xx}$ aufgefangen werden, folglich wird durch diese zweite Schicht nur die Menge des Lichts gehen, die durch $1 - \frac{1}{x} - \frac{1}{x} + \frac{1}{xx}$ $= 1 - \frac{2}{x} + \frac{1}{xx} = \left(1 - \frac{1}{x}\right)^2$ ausgedrückt wird. In der dritten Schicht wird davon der Theil $\frac{1}{x} - \frac{2}{xx} + \frac{1}{xxx}$ wieder aufgefangen werden, folglich wird durch diese dritte Schicht nur die Lichtmenge $1 - \frac{2}{x} + \frac{1}{xx} - \frac{1}{x} + \frac{2}{xx} - \frac{1}{xxx}$ $= 1 - \frac{3}{x} + \frac{3}{xx} - \frac{1}{xxx} = \left(1 - \frac{1}{x}\right)^3$ hindurchgehen, und zur vierten gelangen, u. s. w. Wenn also die Stärke des Lichts, d. i. die Menge des Lichts,

Licht, das in parallelen Strahlen auf die erste Schicht trifft, durch 1 ausgedrückt wird, so ist sie auf der zweyten gleichen Schicht $= 1 - \frac{1}{x}$, auf der dritten

$\left(1 - \frac{1}{x}\right)^2$, auf der vierten $\left(1 - \frac{1}{x}\right)^3$. Sie

nimmt folglich in einer geometrischen Progression ab, Sind die Strahlen divergirend, so nimmt es auch noch überdem in der Progression 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ &c. in den auf einander folgenden homogenen, gleichen, Schichten ab, und aus beiden Progressionen folgt, daß das Licht dann

in der Progression $1 - \frac{1}{x}$, $\left(1 - \frac{1}{x}\right)^2$, $\left(1 - \frac{1}{x}\right)^3$,

$\left(1 - \frac{1}{x}\right)^4$, abnehme.

Scherffer Institutiones physicae, P. II. C. 416. ff. 306. ff. Versuche und Beobachtungen über die Schwächung des Lichts bey'm Durchgange durch durchsichtige Körper siehe man ben Bouguer (*Traité d'Optique sur la gradation de la lumiere*, à Paris 1760. gr. 4.) und Lambert (*Photometria*, Aug. Vindob. 1760. 8.).

§. 527. Durch undurchsichtige Körper wird das Licht in seinem Fortgange unterbrochen. Diese Unterbrechung des Lichtes nennt man Schatten (umbra), dessen Dunkelheit von der Menge des aufgehaltenen Lichtes, und von der geringern oder größern Klarheit der benachbarten erleuchteten Gegenstände herrührt. Schatten ist daher Abwesenheit des Lichtes, oder Verminderung des Lichtes, und jeder opake Körper hat so viele Schatten, als ihn leuchtende Körper erhellen. Der Schatten ist eigentlich keiner Bewegung fähig; und vollkommener Schatten ist nur durch seine Gränzen erkennbar,

§. 528. Nicht allein die Seite des dunkeln Körpers, auf welche keine Lichtstrahlen von einem strahlenden Punkte fallen, steht im Schatten, sondern je-

ner

ner wirft auch einen Schatten auf andere hinter ihm stehende Körper, da die Lichtstrahlen in gerader Linie fortgehen (§. 517). Diese letztere Art des Schattens heißt gerader Schatten (*umbra recta*), wenn er auf eine Horizontalebene fällt, auf welcher der dunkle Körper vertical steht, und umgekehrter Schatten (*umbra versa*), wenn er auf eine gegen den Horizont vertical stehende Ebene durch einen horizontal stehenden dunkeln Körper fällt, wie z. B. durch einen Stab, der in einer Mauer steckt.

§. 529. Aus der geradlinigten Ausbreitung des Lichtes folgt, daß die Figur des Schattens von den äußern Lichtstrahlen, die an der Gränze des Dunkeln zunächst vorbeistreichen, bestimmt werde; daß der Schatten des Körpers bey seinem Fortgange breiter werde, wenn der leuchtende Körper kleiner ist, als der dunkle; daß der Schatten des Körpers abnehme, wenn der Durchmesser des leuchtenden Körpers bey derselbigen Entfernung vom dunkeln Körper größer wird; daß der Schatten einer dunkeln Kugel cylindrisch sey, wenn sie gleichen Durchmesser mit der leuchtenden hat, conisch, wenn sie beide ungleichen Durchmesser haben; daß im letztern Fall der Schatten die Figur eines umgekehrten abgekürzten Kegels habe, und bey seinem Fortgange unbegrenzt sey und immer breiter werde, wenn der Durchmesser der dunkeln Kugel größer ist, als der der leuchtenden; und endlich, daß der Schatten in eine Spitze auslaufe, wenn der Durchmesser der leuchtenden Kugel größer ist, als der dunkeln. Ferner ist die Länge des geraden Schattens auf einer horizontalen Ebene ohne Gränzen, wenn der leuchtende Punkt, oder der leuchtende Körper, kleiner ist, als der dunkle, und nicht höher

Her steht, als der dunkle; steht er aber höher, als der dunkle, und ist er als ein Punkt zu betrachten, so ist die Länge dieses geraden Schattens begrenzt, und verhält sich zur Perpendicularhöhe des dunkeln Körpers, wie der Cosinus der Höhe des leuchtenden Körpers zum Sinus dieser Höhe.

☉

§. 530. Von diesem wahren Schatten oder Kernschatten (§. 527 — 529.) ist noch der Halbschatten (penumbra) zu unterscheiden, der zwischen Schatten und Licht liegt, wohin erleuchtende Strahlen nur von einigen Punkten des leuchtenden Körpers, nicht aber von andern fallen können. Er findet daher statt, so oft der leuchtende Körper einen merklichen Durchmesser hat, und ist um desto größer, je größer der scheinbare Durchmesser des leuchtenden Körpers gegen den des dunkeln Körpers ist.

Die Grenzen des Kernschattens sind da, wo, wenn sich das Auge befindet, der leuchtende Körper von dem

Sonne Sm bekannt sind. Die äußersten Strahlen MP und mp berühren beide Kugeln, und laufen in V zusammen. Wenn daher Sm und Tp auf der Tangente mpV senkrecht sind, und qo mit TS parallel ist, so sind die Dreiecke moq und pTV ähnlich, und es ist mo : op (oder ST) = Tp : TV. mo aber ist = Sm

— Tp. Folglich ist $TV = \frac{Tp \times ST}{Sm - Tp}$. Oder auch,

weil die Dreiecke SMV und TPV ähnlich sind, so ist SM : TP = SV : TV, oder SM : TP = ST + TV : TV, folglich SM — TP : TP = ST : TV, und daher

$TV = \frac{TP \times ST}{SM - TP}$; oder die Länge des Kernschattens

der Erde ist gleich dem Producte aus dem Halbmesser der Erde durch die Entfernung des Mittelpunctes der Sonne vom Mittelpunct der Erde, dividirt durch die Differenz des Halbmessers der Sonne und der Erde.

Zurückstrahlung des Lichts.

§. 531. Die Lichtstrahlen, welche durch einen Körper in ihrem Fortgange aufgehalten, sonst aber davon nicht gebunden werden, werden wieder zurückgeworfen. Diese Veränderung der Richtung des Lichtes, wodurch sie wieder in das Mittel, aus welchem sie kommen, zurückgeschickt werden, heißt die Zurückstrahlung oder Reflexion des Lichtes (reflexio lucis); und das allgemeine Gesetz derselben ist: Daß der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich ist.

Man hat diese Zurückstrahlung des Lichts nach den Gesetzen des Stoßes federharter Körper an harten Flächen (§. 268.) zu erklären gesucht; aber dabey offenbar die Expansivkraft oder eigentliche Elasticität mit der Federharte (§. 123.) verwechselt, welche letztere man doch wol einer discretren Flüssigkeit, wie das Licht ist, nicht zuschreiben kann. Newton (Opt. L. II. P. 3. prop. 9.) leitet weit natürlicher die Zurückwerfung des Lichts von eben derselben Ursach her, von der auch die Brechung abhängt, nur daß sie unter verschiedenen Umständen sich anders äußert. Dasjenige Licht nemlich, das durch den Körper nicht hindurch geht, oder von ihm nicht angezogen wird, wird durch die reflectirende

so abgestoßen, als ob eine Repulsionskraft in dieser Fläche selbst wäre. Er zeigte auch, daß die schief auffallenden Lichtstrahlen nicht eigentlich unter einem spitzen Winkel zurückgeworfen, sondern vor der Berüh-

pers ganz aufgehoben wird, desto mehr widerstanden wird, je näher das Lichttheilchen der Materie kommt, die nicht damit cohärrt. Von dem schief einfallenden Strahle läßt sich nach der Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte, seine bewegende Kraft in eine perpendicularäre und parallele, in Ansehung der Fläche, auf welche er fällt, zerlegen. Es sey LMNO ein solcher reflectirender Körper, LM seine reflectirende Fläche, Ai ein schief darauf fallender Lichtstrahl. Der Bewegung des Lichttheilchens werde schon in CD von der Fläche LM zu widerstehen angefangen. Die Bewegung desselben in der Richtung Ai kann zerlegt werden, in die Kräfte nach der Richtung AP und Pi. Nur die Perpendicularärkraft Pi kann Widerstand erleiden, nicht die Parallelkraft AP. Je mehr nun das Lichttheilchen unterhalb CD sich der Fläche LM nähert, desto mehr wird seine Expansionskraft thätig, die es von LM zu entfernen strebt. Die Perpendicularärgeschwindigkeit Pi leidet desto mehr Verminderung, je näher das Lichttheilchen gegen LM kommt. Die parallele AP kann keine erleiden. Der Lichtstrahl beschreift also eine Curve io. Ist das Lichttheilchen in o gekommen, und seine vorige Perpendicularärgeschwindigkeit Pi nun ganz aufgehoben, so würde es nach der mit der Fläche LM parallel laufenden Richtung fortgehen; die gegen LM aber thätig gewordene Expansionskraft treibt es wieder nach der Richtung $hi = iP$, und da sie immer um des

So kleiner wird, je weiter ſich das Lichttheilchen von LM entfernt, ſo beſchreibt es von o an die andere Hälfte der Curve oh eben ſo, als es bey ſeiner Ankunft io beſchrieb, und geht bey h, wo die Thätigkeit der Expansivkraft nicht weiter zunimmt, nach der Tangente hB geradlinigt fort. Ai und Bh ſind Tangenten der von dem Scheitel o der Curve gleich weit oh ſind gleich; daher e Tangenten Ai und oder AFL und BFM, nicht eigentlich unter wird, ſo können wir betrachten, weil die zu werden, daß, wenn kenden Fläche verläuſſen harſen Winkel bilden

Körper ſolche, deren zen des Herbers nicht i, ſondern die Pulſus lerienſwinkel zurück

s. Rom. 1734. Vienn.

1761. 4.

§. 532. Wenn man daher einen Sonnenſtrahl in einem finſtern Zimmer mit einem gemeinen Spiegel auffängt, ſo findet man, daß der Strahl von dem Spiegel in gerader Linie unter eben dem Winkel wieder zurückgeht, welchen der auffallende Strahl mit dem Spiegel machte. Es ſey AB der Planspiegel (Fig. 63.). Der Strahl DC, welcher von dem leuchtenden Körper nach dem Spiegel hingehet, heiſt der einfallende Strahl (radius incidens); die gerade Linie, welche auf den Einfallſpunct C ſenkrecht gegen den Spiegel gezogen werden kann, oder FC, heiſt das Einfallſloth (cathetus incidentiae); der Winkel DCF, welchen der einfallende Strahl mit dieſem Einfallſloth macht, der Einfallswinkel (angulus incidentiae); der Strahl CG, der vom Spiegel zurückgeht, der zurückgeworfene Strahl (ra-

(radius reflexus), und der Winkel GCF, welchen er mit dem Einfallslothe bildet, der Zurückstrahlungswinkel (angulus reflexionis).

§. 533. 1) Der reflectirte Strahl liegt mit dem einfallenden und dem Einfallslothe in einerley Ebene. 2) Jeder perpendicular auffallende Strahl wird von einer reflectirenden Ebene in sich selbst zurückgeworfen. 3) Jeder Punkt einer reflectirenden Ebene reflectirt das Licht von allen Puncten des leuchtenden oder erleuchteten Object's.

§. 534. Aus dem allgemeinen Reflexionsgesetze (§. 531.) folgt ferner, daß, wenn der reflectirende Körper eine ebene Fläche ist, die darauf fallenden parallelen, divergirenden oder convergirenden Strahlen bey der Reflexion denselben Parallelismus, dieselbe Divergenz oder Convergenz behalten, die sie vor dem Einfallen hatten.

1) Es sey AB (Fig. 64.) eine reflectirende ebene Fläche, auf welche die parallelen Strahlen EC, ec auffallen. Da sie parallel sind, so sind auch ihre Einfallswinkel ECD und ecd gleich; unter eben solchen Winkeln aber werden sie zurückgeworfen. Da also die reflectirten Strahlen CF und cf eben die Winkel mit dem Einfallslothe Dc und dc machen, so sind sie auch noch, wie vorher, parallel.

2) Es sey C (Fig. 65.) ein strahlender Punct, von welchem die divergirenden Lichtstrahlen CD und CF nach der ebenen Zurückstrahlungsfläche AB gehen. Da Winkel reflectirt werden, unter so wird der Strahl CD von D, Strahl CF von F nach G zurückgerichtet; nun diese reflectirten Strahlen Ebene AB verlängern, so laufen ab der Winkel DcF ist gleich dem, als sie es vorher waren, also nach der Reflexion t später auseinander, als sie es vorher waren, wenn sie von c ausgegangen wären, ihrer Divergenz ist derselbige.

3) Et

2) Es fahren die Strahlen ED und GF (Fig. 66.) so gegen die reflectirende Ebene AB, daß, wenn diese nicht da wäre, sie zusammenlaufen würden. Sie werden davon aber unter dem Winkel reflectirt, unter welchem sie auffielen, und der Strahl ED geht nach f, der Strahl GF auch nach f. Wenn wir die einfallenden Strahlen in gleiche AB verlängern, so konvergiren sie in f, und bilden den Winkel der Convergence DFF. Sie fahren also nicht früher und später zusammen, Ihre Convergenz bleibt also.

§. 535. Wenn aber auch die reflectirende Fläche nicht eben, sondern krumm oder sphärisch ist, so läßt sich aus diesem allgemeinen Gesetze der Reflexion der Weg der reflectirten Strahlen ebenfalls bestimmen, da man die Elemente dieser Fläche als aus unendlich kleinen einen Winkel einschließenden geraden Flächen bestehend ansehen kann, und ein Lichtstrahl nur auf einen Punkt fällt.

§. 536. 1) Der Lichtstrahl, welcher auf eine concave sphärische reflectirende Fläche fällt, und durch den Mittelpunct der Kugel geht, wovon die Fläche ein Theil ist, wird in sich selbst zurückgeworfen, da er senkrecht darauf steht. 2) Lichtstrahlen, welche parallel mit einander auf eine concave sphärische reflectirende Fläche fallen und der Achse der Fläche unendlich nahe sind, nähern sich nach der Reflexion, und vereinigen sich in einem Punkte, welchen man den Brennpunct oder Vereinigungspunct paralleler Strahlen, oder auch schlechtweg den Brennpunct (focus) nennt. Diese Strahlen treffen in der Entfernung des halben Halbmessers der Kugel zusammen, wovon die Fläche ein Theil ist. 3) Wenn aus dem Brennpuncte divergirende Strahlen nach der concaven sphärischen Fläche zugehen, so

so werden sie alle parallel zurückgeworfen werden; folglich wird das Licht dadurch auf eine große Weite ungeschwächt fortgepflanzt. 4) Ueberhaupt werden divergirende Strahlen von dieser Fläche als weniger divergirend, oder als parallel; oder als convergirend zurückgeworfen, je nachdem die Entfernung des strahlenden Punctes von der Fläche kleiner oder größer ist. Convergirende Strahlen aber werden als mehr convergirend zurückgeworfen. 5) Wenn endlich die auffallenden Strahlen bey dieser concaven sphärischen Fläche aus dem Mittelpuncte der Kugelfläche kommen, so werden sie alle in sich selbst zurückgeworfen, da sie alle auf der Fläche senkrecht stehen.

Wenn wir die Distanz des strahlenden Punctes von der reflectirenden hohlen sphärischen Fläche d , den Radius der Krümmung dieser Fläche r nennen, so ist in allen Fällen die Entfernung des Vereinigungspunctes der darauf fallenden Strahlen nach der Reflexion, oder die

$$\text{Distantia focalis, } x = \frac{dr}{2d - r}.$$

haben, wollen wir setzen, daß der Strahl AD der Achse AB unendlich nahe komme, oder daß der Bogen BD unendlich klein sey, so wird FB für PD und CB für CD genommen werden können. Da die Winkel CDA und CDF gleich sind, so ist $AD : DF = AC : CF$. Da wir nun $AD = AB = d$, und $DF = BF = x$ nehmen, und $BC = r$ gesetzt wird, so ist $AC = d - r$, $FC = r - x$. Wenn wir nun dies in der vorigen Formel substituiren, so haben wir das Verhältniß $d : x = d - r : r - x$, woraus wir $dr - dx = dx - rx$, oder $dr = 2dx - rx$, und $\frac{dr}{2d - r} = x$, als die gesuchte Größe erhalten; oder die Entfernung des Brennpunctes $FB = \frac{AB \times BC}{2AB - AC} = \frac{AB \times BC}{AB + AC}$, was allgemein die Distanz des Focus von den hohlen Kugelflächen ausdrückt.

- 2) Wenn AB oder d, d. i. die Entfernung des leuchtenden Punctes, so groß ist, daß der Radius BC der reflectirenden Kugelfläche, als unendlich klein, dagegen verschwindet, so wird $AB = AC$ gesetzt werden können; dann verwandelt sich die vorige Formel $x = \frac{dr}{2d - r}$ in $\frac{\infty r}{2\infty} = \frac{1}{2} r$, oder $FB = \frac{AB \times BC}{2AB} = \frac{BC}{2}$,

3) So lange die Distanz des strahlenden Punktes von der reflectirenden hohlen Kugelfläche oder AB (Fig. 67.) größer ist als der Radius der letztern, oder als BC , so lange bleibt der Vereinigungspunkt F der Strahlen innerhalb dem Mittelpunkte C und der reflectirenden Fläche enthalten. Denn, wenn $AB > BC$, (oder $d > r$), so ist $2AB - BC > AB$ (oder $2d - r > d$), weil $2AB - AB = AB$ (oder $2d - d = d$); da nun $FB = \frac{AB \times BC}{2AB - BC}$ (oder $x = \frac{dr}{2d - r}$), und $BC = \frac{AB \times BC}{AB}$ (oder $r = \frac{dr}{d}$), so ist auch $FB < BC$ oder $x < r$, oder die Distanz des Vereinigungspunktes der reflectirten Strahlen ist kleiner, als der Radius.

4) Wenn $AB = BC$ oder $d = r$ wird, so wird die Formel $FB = \frac{AB \times BC}{2AB - BC}$ in $\frac{BC^2}{2BC - BC} = BC$, oder

$$x = \frac{dr}{2d - r} \text{ in } \frac{r^2}{2r - r} = r \text{ verwandelt. Dies heißt:}$$

die Strahlen, die aus dem Mittelpunkte der Kugelfläche gegen dieselbe fahren, werden in sich selbst zurückgeworfen, und ihr Vereinigungspunkt ist das Centrum der Kugel dieser Fläche selbst.

5) Wenn der strahlende Punkt im Brennpunkte paralleler Strahlen (2), oder wenn $AB = \frac{BC}{2}$, oder $d = \frac{1}{2} r$ ist, so wird in der vorigen Formel (1) $2AB - BC = 0$ oder $2d - r = 0$, und dann ist der Focus, oder $FB = \frac{AB \times BC}{0}$, oder $x = \frac{dr}{0}$. Es verhält sich

6) Wenn AB oder d (1) kleiner ist als $\frac{1}{2} BC$ oder $\frac{1}{2} r$, oder $2d < r$, d. h., wenn die Entfernung des strahlenden Punktes von der hohlen sphärischen Fläche kleiner ist, als der halbe Radius, oder als die Brennweite

te

§. 537. Wenn die concave reflectirende Fläche die Krümmung einer Ellipse hat, und der strahlende Punkt steht in dem einen Brennpuncte dieser elliptischen Krümmung, so werden die divergirenden Strahlen durch die Reflexion alle nach dem andern Brennpunct der Ellipse hingeworfen.

§. 538. Wenn die concave reflectirende Fläche die Krümmung einer Parabel hat, so werden alle Strahlen, welche mit der Achse parallel auf diese Fläche fallen, durch die Reflexion genau in dem Brennpuncte der Parabel gesammelt; und die aus diesem Brennpuncte auf die Fläche gehenden divergirenden Strahlen werden durch Reflexion zu parallelen.

§. 539. Bei convergen reflectirenden sphärischen Flächen verhält es sich mit den nicht senkrecht auffallenden reflectirten Strahlen umgekehrt wie bei den hohlen Kugelflächen (§. 536.).

3) Ueberhaupt wird die Convergenz der darauf fallenden convergirenden Strahlen nach der Reflexion vermindert, und 4) die Divergenz der divergirend darauf fallenden nach der Reflexion vermehrt.

Wenn wir den Abstand des strahlenden Punctes von der reflectirenden convergen sphärischen Fläche d , den Radius ihrer Krümmung r nennen, so ist die Distanz des eingebildeten Brennpunctes hinter der Kugelfläche

$$x = \frac{dr}{d - r}$$

Es

hinter der reflectirenden Fläche.

Um

Um nun eine allgemeine Formel für die Entfernung dieses imaginären Brennpunctes zu finden, verfährt man, wie bey den concaven sphärischen Flächen (S. 536. Anm.) geschehen ist. Die gegenüber stehenden Winkel RIQ und CIF sind gleich; und eben so auch RIQ und OIQ , also ist auch $OIQ = CIF$; und die Winkel OIQ und CIO haben einerley Sinus. Da wir den Strahl IO der Achse AO unendlich nahe nehmen, so können wir auch $IO = AO$ und $FI = FA$ setzen; AO aber ist der Abstand des leuchtenden Punctes von der Fläche ab und $= d$; es sey ferner $AC = r$, und die Entfernung des Brennpunctes $FA = x$; so ist $OC = d + r$, $IF = AF = x$, $CF = r - x$. In dem Dreys ICO ist $IO : CO = \sin IOF : \sin CIO$ (oder $\sin. QIO = \sin CIE$). Ferner ist in dem Dreys CIF , $IF : CF = \sin IOF : \sin CIF$. Es ist demnach $IO : CO = IF : CF$. Substituiert man dafür den angenommenen Werth dieser Ausdrücke, so haben wir $d : d + r = x : r - x$. Hieraus erhalten wir $dr - dx = dx + rx$, und $x = \frac{dr}{2d + r}$, oder $FA = \frac{AO \times CA}{2AO + CA}$.

Man sieht leicht, daß der Brennpunct immer innerhalb dem Centro C und der Fläche ab fallen muß, der Werth von d oder AO mag werden, wie er will. Die concaven sphärischen Spiegel haben also nur einen eingebildeten Brennpunct für divergirende und parallele Strahlen, die Strahlen mögen kommen, wie sie wollen. Wird AO oder d unendlich groß in Vergleichung mit r , oder werden die einfallenden Strahlen mit der Achse parallel, so ist $x = \frac{\infty r}{2 \infty} = \frac{r}{2} = \frac{1}{2} r$, und die reflectirten Strahlen rückwärts im Schenkel verlängert, treffen in der Hälfte des Halbmessers der Kugelfläche hinter derselben zusammen (Fig. 71.). Sehen die Strahlen umgekehrt, als convergirende so, daß sie nach diesem Brennpuncte zu gerichtet sind, wie ti und RI (Fig. 71.), so werden sie durch Reflexion zu parallelen.

Ist die Convergenz der Strahlen noch größer, so daß sie noch vor dem Brennpuncte der parallelen Strahlen zusammentreffen würden, wie (Fig. 70.) RI und OA , so werden sie wenigstens in der Convergenz vermindert; denn $IOA < RFO$.

§. 540. Eine jede Fläche, welche auf der Oberfläche recht glatt oder polirt ist, und das Licht ordentlich reflectirt, heißt ein Spiegel (speculum).

Jeder

Jeder sichtbare Körper reflectirt zwar das Licht, weil er sonst nicht sichtbar wäre; aber weil die Theilchen gegen einander eine sehr mannigfaltige Lage haben, so reflectiren sie das Licht nicht ohne Verwirrung und nicht in gemeinschaftlicher Direction, wie ein eigentlicher Spiegel thun muß.

§. 541. Indessen giebt es keinen vollkommenen oder mathematischen Spiegel, dessen Oberfläche gar keine Unebenheiten oder Vertiefungen hätte. Es folgt dies aus der Porosität der Körper, die ihnen allen gemein ist. Ein solcher Spiegel würde nicht sichtbar seyn, sondern an seiner Stelle die Bilder der Körper, von welchen er Erleuchtung erhält.

§. 542. Die Materien, woraus die Spiegel zum optischen Gebrauch verfertigt werden, können mancherley seyn. Man wählt aber gewöhnlich das zu solche Stoffe, denen man nicht allein eine bequeme Gestalt leicht geben, sondern deren Oberfläche durch Schleifen und Poliren glatt genug gemacht werden kann. Das Glas läßt sich zwar fein und glatt poliren, und durch Belegung auf der andern Seite völlig undurchsichtig machen, aber es wird auch wegen der dadurch entstehenden doppelten Abbildung der Sachen wieder untanglich. Die metallenen Spiegel würden daher Vorzüge haben, wenn man sie nicht aus unedlen Metallen zu machen, durch die Umstände genöthigt wäre, wo sie aber dem Anlaufen an der Luft und durch Dünste ausgesetzt sind. Die reine Platina würde in dieser Rücksicht alle Vorzüge in sich vereinigen, da sie hart genug ist, um eine feine Politur anzunehmen, ohne dem Anlaufen an der Luft unterworfen zu seyn. Silber und Gold neh-

men

man wegen ihrer Weiche nicht Poliren genug an. Indessen überzieht man doch auch andere harte und polirte Körper mit Blattgold oder Blattsilber, und giebt ihm durch Poliren die Spiegelfläche.

Anweisung, die beste Composition zu den metallenen Spiegeln der Teleskope zu machen, von J. Mudge, a. d. *philos. Transact. Vol. LXVII. P. 1. S. 296.* übers. in dem *Samml. zur Phys. und Naturgesch. B. 1. S. 384.*

Das Glas, das zu Spiegeln genommen wird, muß auf der hintern Fläche eben so gut, als auf der vordern, und zwar noch genauer geschliffen und polirt seyn, weil die hintere Fläche eben wegen der Zurückstrahlung von dem Metall desto besser vorbringen hilft. Ist diese uneben, so ist es auch das da dann wird die Regelmäßigkeit abt. Wenn gleich das Glas ist es doch nicht in allen Punkten allerdings einen Theil des da seiner vordern Fläche und zurück. Daher spiegelt auch fernen Spiegel, und macht Scherere, als die hintere beleg decken sich zwar einander, doch nicht vollkommen; und der weit stärkere gleichzeitige Eindruck des weit lebhaftern Bildes von der hintern Fläche verwischt den des weit schwächeren von der vordern Fläche; immer aber entsteht doch dadurch einige Undeutlichkeit, die besonders an den Rändern und Ecken wahrzunehmen ist. Diese gläserne Spiegel sind aus der angeführten Ursache, bey übrigens gleichen Umständen, nicht so gut, als dünnere. Dieses doppelte Bild von gläsernen Spiegeln läßt sich am besten an einer Lichtflamme wahrnehmen, die das vor ist, wenn man von der Seite gegen den Spiegel sieht.

§. 543. Sonst sind die Spiegel in Rücksicht ihrer Figur, entweder ebene Spiegel (*specula plana*), oder krumme Spiegel (*specula curva*); die letztern entweder *convexe* (*specula convexa*), oder *concave* (*specula concava*) und zwar nach der Verschiedenheit ihrer Krümmungen entweder *sphärische* oder *elliptische*, *parabolische*, *hyperbolische*, *cylindrische*, *conische*. Von der Zurückstrahlung der Lichtstrah-

ten von tiefen Spiegeln gilt alles das, was wir oben von den reflectirenden Flächen gesagt haben.

§. 544. Wenn vor einen verticalstehenden Planspiegel (§. 543.) ein erleuchtetes oder leuchtendes Object gestellt wird, so sieht das Auge das Bild dieses Gegenstandes (*imago objecti*) hinter dem Spiegel, und zwar sehen wir das Bild eines Punctes in diesen Planspiegeln da, wo der rückwärts verlängerte reflectirte Strahl die Perpendicellinie vom Puncte auf den Spiegel gezogen durchschneidet; oder eigentlicher, wir sehen jeden Punct des Objectes hinter dem Spiegel da, wo die reflectirten Strahlen von zweyen unendlich nahe einfallenden divergirenden des Punctes rückwärts verlängert sich durchschneiden. Denn hier kommt die Spitze des verlängerten Lichtkegels zu stehen, welcher seine Grundfläche auf der Pupill. unsers Auges hat.

Es nicht früher oder später sich schneiden, als hC und hC rückwärts genommen; oder die Convergenz derselben in F wird dieselbige seyn, als die Divergenz der einfallenden in C war; folglich liegt F so weit hinter dem Spiegel, als C davor ist, und der Ort des Bildes ist da, wo die rückwärts verlängerten reflectirten Strahlen von zwey divergirend einfallenden eines strahlenden Punctes sich durchschneiden würden.

Oder man ziehe vom strahlenden Puncte C die Perpendicularlinie Ca auf den Planspiegel AB , und verlängere sie hinter dem Spiegel. Die reflectirten Strahlen gb und hf , ebenfalls hinter dem Spiegel verlängert, durchschneiden jene Perpendicullinie in F . Da die bey a rechtwinkligten Dreyecke Ca , Fab , die Seite ab mit einander gemein haben, und der Winkel $abF = Bbg = Cba$, so ist auch $aF = aC$, oder der reflectirte Strahl bg schneidet bey seiner Verlängerung das Perpendikel CaF in einem Puncte F , der so weit hinter dem Spiegel ist, als der strahlende Punct C davor liegt. Eben dies gilt von jedem andern von C kommenden reflectirten Strahle, wie fh . Hier in F ist also der Ort des Bildes vom Puncte C , folglich kann man auch sagen: der Ort des Bildes hinter dem Planspiegel ist da, wo die Perpendicullinie vom strahlenden Puncte auf den Spiegel gezogen und dahinter verlängert, vom rückwärts verlängerten reflectirten Strahl durchschnitten wird.

Diese letztere Regel kannten die ältern Optiker schon. Sie zeigt uns indessen keinen physischen Grund an, warum das Auge das Bild des Punctes C in F sieht; eine Formel, deren Zeichnung zu bey-
n enthält zugleich
(Lectiones opticae.
ich entwickelt. Sie
anwenden, da die
allein gilt.

Da
spiege
ist, so
führt
der x
 $x = c$

mel $x = \dots - d \cdot aF$ (Fig. 72.)

ist also gleich aC , und steht wegen des negativen Zeichens hinter dem Spiegel, oder die reflectirten Strahlen werden rückwärts verlängert in eben der Distanz
C c
hins

hinter dem Spiegel zusammenlaufen, als der Punkt der Divergenz vor dem Spiegel steht.

§. 545. Es läßt sich hieraus leicht darthun, 1) warum das Bild im Planspiegel eben so weit das Hinter ist, als das Object davor steht, und warum jenes sich diesem nähert, so wie dieses dem Spiegel näher rückt; 2) daß das Bild dem Objecte gleich und ähnlich seyn müsse; 3) daß die rechte Seite der Objecte im Bilde links, die linke rechts erscheinen müsse; 4) warum alle Personen das Bild des Objectes hinter dem Spiegel an einem und eben demselben Orte sehen; 5) warum die Bilder nicht die Deutlichkeit oder Stärke des Lichtes haben, als die Objecte selbst, und 6) warum ein Spiegel, worin ein Mensch sich ganz sehen soll, nur halb so groß und breit zu seyn braucht, als der Mensch.

1. 22).

Ort des Bildes bleibt unverändert.

Satz folgt aus der Unvollkommenheit Spiegel (§. 541), wodurch verursacht wird, dass das Licht, obgleich unmerklichen, und Erhöhungen nicht alles auf den Objecte fallende Licht genau eben so wieder reflectirt werden kann, als es das Auge vom Objecte selbst erhalten würde, sondern ein Theil wo andershin zerstreuet wird. Auch wird wol nach der verschiedenen Natur der Spiegelmaterie mehr oder weniger Licht verschluckt, oder verliert alle seine Expansivkraft, und Strahlung. 6) Der sechste Satz lässt sich durch Zeichnung leicht beweisen. Es sey (Fig. 126) ein verticaler Planspiegel, vor welchem eine Person vor, deren Auge in C hier nur die Lage der Bilder des Punctes von CD zu bestimmen ein Strahl Cg nach dem Spiegel Winkel zurückgeworfen wird, und

langt. Dieser Strahl schneidet das Einfallende der Ort des Bildes geht ein Strahl von g gelangt durch Reflexion dieser verlängerte r Einfallspunkt. Da in D steht. Was von des Objectes gilt, g den, und das Auge ed. Der Augenspiegel AB, der Reflexion der Strahl kommen, und ins Bild aber nur $\frac{1}{2}$ CD, weil $Ca = \frac{1}{2} Co$ in der Höhe des Objectes und überhaupt bey jeder Entfernung.

7) fünfte unserer wegen es um das Auge res ein verticales Object verschieben die Höhe ein brauchen und untersuchen et von C eben dem Auge geschehen urchs also te D und und das von reflecten regens Bildes des Reflexes Spiegel ist folgs vor eite;

§. 546. Ferner lässt sich daraus beweisen, warum in einem Planspiegel, der unter einem halben rechten Winkel gegen den Horizont geneigt ist, die Bilder von horizontalliegenden Objecten aufrecht und perpendicular, die von perpendicularen aber horizontal erscheinen.

Erläuterungen durch den Perspektivkasten.

Es sey CD (Fig. 74.)
 einem halben rechten Winkel
 AB gestellt ist; DE seyn
 lect, vor den Spiegel ge
 ein Lichtstrahl nach den
 etirt nach g. Man ziel
 auf den Spiegel, und v
 gel, Ee; man verlänger
 ig rückwärts hinter den
 Perpendicullinie Ee in

e E.

Dh n

Ma

er den

hi ri

n

h

I

el

g

so

also

horizontal

liegende

Objecte

DE.

Umgekehrt, wenn

das

Object

ist,

so

ist

DE

das

Bild

davon,

und

vertical

stehende

Objecte

bilden

sich

also

horizontal

liegend

ab.

S. 547. Ingleichen, warum in einem horizont
 al liegenden Planspiegel die Objecte darüber oder
 darunter verkehrt, das Obere unten, und das Un
 tere derselben oben sich abbildet.

horizontalis
 et DE vertis
 so wird der
 el fällt, und
 wird, nach i
 n reflectirtem
 gere auch die
 sie sich bei
 Punctes vom
 Object, wird,
 n, sein Bild
 Puncten des
 d und o, und
 Bild de des

f gegen ein
 ander gesetzt werden, erscheinen die Objecte dazwischen
 ter

vervielfältigt, wegen der vervielfältigten Reflexion, und zwar erscheinen sie so oft, weniger eins, als der Winkel, den die Spiegel mit einander machen, in 360 Graden enthalten ist. In parallel gegen einander überstehenden Spiegeln erscheint das Object, das gerade zwischen beide gestellt wird, unzählige male.

Hierher gehören die Winkelspiegel, die nach Art eines Buches geöffnet werden können. Das Bild eines dazwischen gestellten Gegenstandes erscheint bey einem Winkel der Spiegel

| von 120 Graden | 2 mal |
|------------------|-------|
| 90 | 3 |
| 72 | 4 |
| 60 | 5 |
| 51 $\frac{1}{2}$ | 6 |
| 45 | 7 |
| 40 | 8 |
| 36 | 9 |

u. f. w.

Es seyen zwey Planspiegel AC und BC (Fig. 76.) unter einem Winkel $ACB = 45^\circ$ Gr. an einander gefügt. Das Auge O sey selbst der strahlende Punct, und befinde sich zwischen den Spiegeln, so steht es sich an den Stellen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 hinter den beiden Spiegeln, und zwar in einem Kreise, dessen Radius OC und dessen Mittelpunct C ist. Das Auge O bildet sich hinter dem Spiegel AC in 1 ab, eben so weit dahinter, als es davor ist, so auch hinter dem Spiegel AC in 2. Jedes dieser Bilder können wir wieder als ein Object in Rücksicht des gegenüberstehenden Spiegels betrachten, hinter dem es sich so weit wieder abbildet, als es davor ist; so bildet sich also 1 hinter dem Spiegel AC in 3, 2 hinter dem Spiegel BC in 4, 3 hinter dem (bis b verlängerten) Spiegel BC in 5, 4 hinter dem (bis a verlängerten) Spiegel AC in 6, 5 hinter AC in 7 ab; das Bild von 6 ist mit dem von 7 eins, oder fällt damit zusammen, und 7 liegt in der geraden Linie, die von O durch den Mittelpunct des Kreises C, oder den Winkel der Spiegel gezogen werden kann, und kann sich also auf keinem Spiegel weiter abbilden.

Die Bilder des einen Spiegels sind freylich keine Objecte für den andern Spiegel in der That, und die im Gedanken verlängerten Spiegel Ca und Cb können keine Bilder wirklich machen, wie wir uns hier der wehrern Leichtigkeit wegen die Sache vorgestellt haben. Der wahre Grund der Vielfachheit der Bilder liegt in der

der vervielfältigten Reflexion des Lichtes zwischen diesem Spiegeln, und darin, daß wir da ein Bild des Punctes hinsetzen, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels kommen muß, dessen Grundfläche die Pupille unseres Auges ist. Um dies näher zu erläutern, wollen wir uns zwei Spiegel AC und BC (Fig. 77.) vorstellen, die unter dem Winkel von 72° , BCA, aneinander gefügt sind, und worin sich also das Object viermal abbilden wird. Das Object sey in F, die Pupille des Auges in f, das nun das Bild von F in 1, 2, 3, 4, steht. Es geht nemlich ein Lichtkegel Fih nach dem Spiegel BC, der durch Reflexion von ih nach der Pupille des Auges in f gelangt, und das Urtheil erzeugt, daß er von 1 herkomme, wo also die Seele das Bild von F hinsetzt. Es fällt ferner ein Lichtkegel Fab auf den Spiegel AC, und geht durch Reflexion von ab nach f zur Pupille des Auges, das nun das Bild des Punctes F nach 2 setzt, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels kömmt. 2 macht ein Bild in 3, nicht deswegen, weil es sich eben so weit wieder hinter dem verlängerten Spiegel BCD abbildete, als es davor ist; sondern weil in uns das Urtheil von dem Daseyn des Punctes F in 3 entsteht, da der Lichtkegel, der von F nach cd auf den Spiegel AC fällt, von da durch Reflexion auf den Spiegel BC in ge geworfen wird, und hier wieder von ge nach der Pupille in f zurückstrahlt und so ins Auge kömmt, daß er, bei der Verlängerung seine Spitze in 3 haben muß, oder als ob er von 3 her rührte. Das Bild in 4 entsteht auch nicht deswegen, weil sich das Bild 1 hinter dem verlängerten Spiegel ACE so weit abbildete, als es davor ist, sondern weil ein Strahlenkegel von F nach no, von da durch Zurückstrahlung nach lm, und von da durch Zurückstrahlung nach der Pupille in f gelangt, und nun so ins Auge kömmt, als ob er von 4 herrührte, oder hier seine Spitze hätte. — Alle andere Strahlenkegel, die von dem unbewegten F nach beiden Spiegeln gehen, treffen nach den Zurückstrahlungen das Auge nicht, so lange es in f ist. — So ist es nun in allen andern Fällen dieser Spiegel.

Kaestner de multiplicatione imaginum ope duorum speculorum planorum; in den Dissertationib. mathem. et phys. II. S. 8. Muschenbroeck introd. ad philos. nat. II. 1793 — 1796.

Hierauf beruhet auch die Einrichtung der Spiegelszimmer, Spiegelscabinette und Spiegelskisten.

Muschenbroeck a. a. O. S. 1792. *Gehlers physikal. Wörterbuch* Th. IV. S. 132. ff.

§. 549. Vermittelt der durch Planspiegel reflectirten Lichtstrahlen können daher auch Gegenstände betrachtet werden, wenn auch die gerade Linie zwischen diesen und dem Auge von undurchsichtigen Körpern unterbrochen würde.

Hierher gehört 1) das Perspectiv durch ein dickes Brett zu sehen, oder das Zauberperspectiv (Tubus magious). Gehlers phys. Wörterbuch Th. IV. S. 845. ff.

2) Das Herdelsche Polemoskop, der Wallgucker, Oespergucker (Polemoscopium). Muschenbroeck a. a. D. S. 1997. Gehler a. a. D. Th. III. S. 539.

§. 550. Aus der Reflexion der Lichtstrahlen von den Kugelflächen (§. 535 — 539.); und aus dem Satze, der auch auf krumme Spiegel anzuwenden ist: daß das Bild eines strahlenden Punctes in einem Spiegel da liegt, wo von zwey unendlich nahe einfallenden divergirenden Strahlen die reflectirten sich durchschneiden (§. 544.); läßt sich nun auch bestimmen, wie die sphärischen Spiegel Bilder machen.

§. 551. Man kann hieraus leicht finden;

1) warum ein Gegenstand in einem hohlen Kugelspiegel gar kein Bild macht, wenn er sich im Brennpunct der parallelen Strahlen des Spiegels befindet;

2) warum das Bild aufrecht hinter dem Spiegel und größer als der Gegenstand erscheint, wenn dieser zwischen dem Brennpuncte und dem Spiegel sich befindet;

3) warum das Bild um desto weiter hinter dem Spiegel, und desto größer erscheint, je näher der Gegenstand nach dem Brennpuncte des Spiegels zurücktritt;

4) was

4) warum die Bilder verkehrt und vergrößert werden und ein Luftbild darstellen; das weiter vom Spiegel fällt, als der Gegenstand davor ist, wenn der Brennpunct des Spiegels zwischen dem Gegenstande und dem Spiegel steht;

5) warum das umgekehrt-stehende Luftbild Größe und Entfernung des Gegenstandes erlangt, wenn der Gegenstand im Mittelpunct der Kugelfläche steht; und endlich

6) warum diese umgekehrten Luftbilder kleiner werden und dem Spiegel näher liegen, als der Gegenstand, wenn der Mittelpunct der Kugelfläche zwischen den Gegenstand und den Spiegel fällt.

Wenn das Object, das sich in diesen Spiegeln abbildet, keine dem Spiegel concentrische Oberfläche hat, so wird es verzerrt dargestellt werden; weil dann der Abstand der sich abbildenden Punkte des Objects vom Spiegel ungleich ist.

1) Es sey ab (Fig. 78.) ein sphärischer Hohlspiegel, sein Centrum C, sein Brennpunct paralleler Strahlen F, und in diesem Brennpuncte stehe ein strahlender Punct, so wird der Strahlenkegel Fgh bey der Reflexion zum Strahlencylinder, was als von ∞ divergirend auf fallende Strahlen, werden zu parallelen (S. 536.); das Auge in Q oder sonst wo, das einen solchen Strahlencylinder empfängt, kann kein Bild des Punctes von F empfinden, weil der Strahlencylinder keine Spitze hat.

2) Es sey der Gegenstand DE (Fig. 79.) zwischen dem Brennpuncte F und dem Spiegel ab, dessen Mittelpunct C ist. Der oberste Punct D des Objects wirft einen Strahlenkegel Dgh nach dem Spiegel, der unter eben dem Winkel reflectirt wird, und nach Q ins Auge gelangt. E kommt so ins Auge, als ob er seine Spitze in d hätte, und hierher setzt das Auge das Bild d des Punctes D. Vom untersten Puncte E geht ein Strahlenkegel Eik nach den Spiegel, und durch Reflexion nach Q so, als ob er von e hinter dem Spiegel herkäme, wohin also unser Auge das Bild e vom Puncte E setzt. Da die Puncte d und e im Bilde weiter auseinander liegen, als im Objecte D und E, so sehen wir das Bild größer, als den Gegenstand. Der Grund davon liegt

Divergenz der Strahlen bey

genstand DE (Fig. 79.) dem
 i desto mehr nimmt die Divers
 ihlen ab, desto später laufen
 ig hinter dem Spiegel zusams
 die Spitze der Strahlenkegel,
 von der Grundfläche entfernt,
 Bild hinter den Spiegel, und
 ufersten Puncto d und e auss
 mehr wird es vergrößert; bis
 in einer unendlichen Entfers
 schwindet, wenn die strahlen

den puncte um die Brennweite entfernt sind (1):

4) Es sey der mit der Spiegelfläche concentrische
 Gegenstand DE (Fig. 80.) so weit davon entfernt; daß
 er zwischen dem Brennpuncte F und dem Centro C des
 Spiegels ab stehe. Der oberste Punct D wirft einen
 Strahlenkegel Dgh auf den Spiegel, dessen Strahlen
 unter eben dem Winkel reflectirt werden; unter wel
 chem sie auffallen. Sie werden dadurch in ihrer Divers
 genz vermindert, und laufen in d zusammen. So
 werden auch die Strahlen des Lichtkegels Eik durch
 Reflexion wieder zusammenlaufend in e. Wäre nun
 ein Auge in e oder d, so würde es freylich kein Bild
 von den Puncten D und E sehen, da die Strahlen,
 die es hier empfängt, convergirend sind, und folglich
 bey der Verlängerung rückwärts noch weniger zusams
 menlaufen, als die parallelen (1). Man sieht leicht,
 daß dies auch der Fall seyn müsse, wenn sich das Auge
 näher nach dem Spiegel zu befindet, wo es alle die von
 dem Spiegel zurückfahrenden Strahlen als convergirend

i dies gehörig erwägt, so wird
 irt gegen Barrow's Theorie (s.
 ung der Bilder in den Spiegeln
 1. — Wenn aber in ed eine res
 auf welche die Strahlenkegel iko
 d davon wieder als divergirende
 rückstrahlen, so wird das Auge,
 richtet ist, d ed
 vorausgesetzt lectis
 wo anders s die
 des ed veri Da
 erirten Sti und
 so wird das Eine zu gegen das
 ehen, und die Puncte d und e
 ander liegen, als D und E.
 80.) nach C vom Spiegel zu
 in de anlangt, so tritt das um
 ger

gekehrte Luftbild od dem Spiegel näher, wird kleiner, und würde endlich dem Gegenstande gleich und ähnlich, obgleich umgekehrt, seyn, wenn alle seine strahlenden Puncte so weit vom Spiegel entfernt wären, als C, in welchem Fall DE nur ein Punct seyn müßte.

6) Wenn das Object DE (Fig. 81.) so weit vom Spiegel ab absteht, daß das Centrum des Spiegels C zwischen demselben und dem Spiegel ist, so werden die divergirenden Strahlen der Strahlenkegel Dgh und Eik, die von dem obersten und untersten Puncte D und E gegen den Spiegel fahren, durch die Reflexion auch zu convergirenden, die in e und d zusammenfahren. Da sich die Strahlenkegel nach der Reflexion durchkreuzen, so machen sie ein umgekehrtes Bild ed des Gegenstandes DE, und zwar liegen die äußersten Puncte e und d im Bilde einander näher, als D und E im Object; das Bild ist also verkleinert. — Uebris

ben die Bewandt-
g, als im vorigem
mpfängt nur die
ihre Grundfläche.
htbar, wenn da,
ectirten convergirenden
reflectirte Fläche
s divergirende zur
er Punct des Ob-
Spiegel sendet,
Lichtstrahlen vom
lt auch z. B. vom
auf den Spiegel,
n das Auge in Q,
n Vereinigungs-
d, sondern auch
e einen Strahlens-
des Auges, und
sich erklären, wie
n könne.

D
daß ei
vom
trägt
dem
Phän
zu erkl
de hat
rern i
gel,
speilen.

Kopf-

Loeffner de obiecti in speculo sphærico visi magnitudine apparente; in den comment. nov. Goetting. T. VIII. 1777.

§. 552. Ungleiches läßt sich davon die Anwendung auf erhabene Rugelspiegel machen, und daraus finden:

1) warum das Bild eines Gegenstandes aufrecht, und kleiner als derselbe, hinter dem Spiegel erscheint;

2) warum das Bild um desto mehr verkleinert wird, je kleiner der Halbmesser der Rugelfläche ist;

3) warum endlich das Bild nie weiter hinter seiner Fläche erscheint, als um den vierten Theil des Durchmessers des Spiegels.

punct der, vom
divergirenden.
Grundfläche
er den Spiegel
der Gegenstände
n (Fig. 82.) ab
object, das mit
C der Mittels
er Brennpunct
e sich in Q. Es
l Egh und Dik,
s Object, und
Divergenz der
en Flächen vers
irte hinter dem
oder der Winkel

in e und d ist größer, als der in E und D; die Punkte e und d liegen also näher bey einander, und das Bild ist kleiner, als der Gegenstand. Wenn das Object auf der dem Spiegel zugekehrten Seite nicht gleiche Krümmung mit dem Spiegel selbst hat, so erscheint es nothwendigerweise verzerrt.

2) Je kleiner der Halbmesser der Spiegelfläche wird, desto länger ist der Abstand des Vereinigungspuncts der rückwärts verlängerten reflectirten Strahlen; oder wenn r kleiner wird, so wird in der Formel $\frac{dr}{2d+r} = x$ (§. 539.) auch dieses x als Quotient abnehmen. Die rückwärts verlängerten reflectirten

ten Strahlen werden also, bey gleichem Abstände des Object's vom Spiegel, desto früher zusammentreffen, die Vereinigungspuncte werden desto näher bey einander liegen, und das Bild wird also desto kleiner erscheinen.

3) Je weiter der Gegenstand vom Spiegel abruht, oder je größer d in der Formel $x = \frac{dr}{4d - r}$ wird, desto größer wird x , oder der Abstand des Vereinigungspunctes der rückwärts verlängerten reflectirten Strahlen vom Spiegel; aber er kann nie größer werden, als $\frac{1}{2} r$, wenn auch $d = \infty$ in Vergleichung mit r wird, oder der Gegenstand so weit vom Spiegel entfernt ist, daß die Divergenz der von seinen Strahlendruckpuncten ausgehenden Strahlen verschwindet, oder sie zu parallelen werden.

§. 553. Endlich lassen sich auch daraus die Erscheinungen der cylindrischen und conischen erhabenen Spiegel bestimmen. Beide Arten der Spiegel wirken der Länge nach als ebene Spiegel, und bilden also in so fern die Gegenstände, deren Fläche mit der Fläche dieser Spiegel concentrisch ist, in der ordentlichen Größe ab. Die cylindrischen aber sind der Queere nach erhabene Kugelspiegel, und müssen also in so fern verkleinern, und die Gegenstände also der Queere nach schmaler vorstellen. Die conischen sind der Queere nach ebenfalls als erhabene Kugelspiegel anzusehen; da aber die Cirkelflächen nach der Spitze zu immer kleiner werden, so verkleinern sie auch oben mehr, als unten.

Bestätigung durch Versuche und Zeichnungen, die zwar verzerrt gemahlt sind, aber in diesen Spiegeln ordentlich erscheinen (catoptrische Anamorphosen).

Casp. Schottii *Magia universalis*. Horbip. 1657. 4.

Ein Instrument, um diese anamorphotischen Zeichnungen zu entwerfen, hat Leupold beschrieben (*Jac. Leupold Anamorphosis mechanica, nova*. Leipz. 1714. 4.)

B r e c h u n g d e s L i c h t s .

§. 554. Wenn Lichtstrahlen aus einem Mittel in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit in einer schiefen Richtung übergehen, so behalten sie, wenn sie die Fläche treffen, die beide Mittel von einander scheidet, nicht mehr die vorige Richtung, sondern werden von derselben abgelenkt. Man nennt dies die Brechung der Lichtstrahlen (*refractio lucis*).

Bestätigung an Glas und Wasser.

§. 555. Wenn der schief einfallende Lichtstrahl (*radius incidens*) SC (Fig. 83.) aus einem dünnern Mittel, z. B. aus der Luft, in ein dichteres, z. B. in Wasser, übergeht, so wird er an der Oberfläche AB des letztern in dem Einfallspuncte (*punctum incidentiae*) C von seinem vorigen Wege abgelenkt, und der geraden Linie, die man senkrecht auf und durch das dichtere Mittel im Einfallspuncte zieht, dem Einfallslothe oder Neigungslothe (*cathetus incidentiae*) DE näher gebracht, und geht in der Direction CR. Der Winkel SCD, welchen der einfallende Strahl SC mit dem Einfallslothe DE macht, heißt der Einfallswinkel (*angulus incidentiae*), und der Winkel RCE, welchen der gebrochene Strahl CR, der von seiner vorigen Richtung abweicht, mit dem Einfallslothe DE macht, der Brechungswinkel (*angulus refractionis*), und der Winkel aCR, welcher aus dem verlängerten einfallenden Strahle Ca und dem gebrochenen CR sich bildet, der gebrochene Winkel (*angulus refractus*).

§. 556. Die Erfahrung lehrt allgemein folgendes Gesetz: Wenn das Licht aus einem dünnern Mit-

Mit-

Mittel in ein dichteres schief übergeht, so wird es dem Perpendicul zu gebrochen, und der Brechungswinkel ist kleiner, als der Einfallswinkel; wenn es aber aus dem dichtern Mittel in das dünnere schief übergeht, so wird es vom Perpendicul abgebrochen, und der Brechungswinkel ist größer, als der Einfallswinkel. Der gebrochene und einfallende Strahl bleiben aber immer mit dem Einfallslothe in einerley Ebene.

1) Wenn z. B. oberhalb AB (Fig. 83.) Luft, unterhalb Wasser ist, so wird der schief einfallende Lichtstrahl SC beim Eintritt ins Wasser nicht nach a fortgehen, sondern der Perpendiculslinie DE zugelenkt, und der Brechungswinkel RCB ist kleiner, als der Einfallswinkel SCD.

2) Wenn hingegen ein Lichtstrahl RC aus dem Wasser unterhalb AB schief in die Luft übergeht, so wird er von dem Perpendicul DE abgelenkt, der Brechungswinkel SCD ist größer, als der Einfallswinkel RCE.

§. 557. Diese Brechung steht zwar nicht im gewöhnlichen Verhältniß mit dem eigenthümlichen Gewichte der durchsichtigen Mittel; dagegen aber mag die Größe des Einfallswinkels beschaffen seyn, wie sie will, so findet immer ein beständiges und unabänderliches Verhältniß zwischen dem Sinus des Einfallswinkels $si = ba$, und dem Sinus des Brechungswinkels oder dem Brechungssinus FR für einerley Paar von durchsichtigen Mitteln statt.

§. 558. Jeder Lichtstrahl, der auf die durchsichtigen Körper von verschiedener Dichtigkeit senkrecht auffällt, geht ungebrochen durch.

§. 559. Um nun von diesen Gesetzen der Brechung Anwendung machen zu können auf die davon abh

abhängenden Phänomene, ist es nöthig, das Brechungsverhältniß, das ist, das Verhältniß des Brechungssinus FR zum Einfallssinus si = ba (oder, wenn wir den Strahl umgekehrt gehen lassen wollen, das Verhältniß des Einfallssinus FR zum Brechungssinus si oder ba) der durchsichtigen Mittel zu wissen, die der Gegenstand unserer Betrachtung sind. Hier genügt es, nur das zwischen Luft und gewöhnlichem Glase, und zwischen Luft und Wasser zu wissen. Das erstere ist nahe wie 3 : 2, das andere fast wie 4 : 3. Demnach ist (Fig. 83.) ba oder si : FR = 4 : 3.

Der Brechungssinus
man gleich 1,000
durchsichtigen Ma-
nach Kochon bey

nach Newton beyhm

aus, dem
aus der

1,543
1,613
2,795
1,575
1,625
1,333
1,378
1,379
1,388
1,487
1,545
1,458
1,428
1,500
1,466
1,481
1,470

So viele Erklärungen auch über die wirkende Ursache des Phänomens der Brechung gegeben worden sind, so ist doch keine befriedigender, als die, welche uns Newton selbst davon gegeben hat. Sie reducirt sich auf die Kraft der Cohärenz, oder, wenn man lieber will, der Anziehung der durchsichtigen Materie mit dem Stoff des Lichts, so wie die Reflexion im Gegentheil den Mangel dieser Cohärenz oder Anziehung anzeigt. (I. 531. Nam.). Wir wollen zur Erläuterung annehmen, daß opene Flächen die Mittel von einander trennen, durch welche

malche das Licht auf seinem Wege geht, und, daß diese Flächen gegen einander parallel sind. Es sey also zwischen den parallelen Flächen NS, ns, Wasser oder Glas enthalten, und darüber und darunter Luft. Man ziehe mit ihnen ML und ml in gleichen Entfernungen davon parallel. Sie sollen den Abstand darstellen, bey

kräfte der Masse des Körpers NSnd gegen das Licht theilschen gleich bleiben, so bleibt es in der Richtung II unverändert, bis es nach I gelangt. Hier wird die

Anziehung des Körpers gegen das Licht, die auf nl perpendicular ist, seiner Perpendicularargeschwindigkeit wiederum hinderlich; sie nimmt daher bey dem Fortgange des Lichts gegen ml zu stufenweise wiederum ab, und es wird seine Bahn eben so, von i nach e zu auf die entgegengesetzte Seite gebogen, als es von d nach i geschah. Es verliert hier allmählich die Zunahme der Perpendicularargeschwindigkeit wieder, die es in dl erlangte, und hat in e wieder die vorige Geschwindigkeit, die es bey'm Eingange in d besaß. Da die entgegengesetzten Krümmungen is und dl gleich sind, so muß auch die Richtung des Lichts in ee parallel seyn mit der in dd , wie die Erfahrung lehrt, und es muß wieder vom Perpendicul abgelenkt werden.

Endlich ist auch die Permanenzität des Verhältnisses zwischen dem Sinus des Einfallswinkels und des gebrochenen Winkels nach dieser Hypothese zu erklären. Es falle nemlich ein Lichtstrahl AI (Fig. 85.) aus der Luft in Glas, so wird er im letztern dem Perpendikel FD zugelenkt werden, und der Winkel $PIA = DIE$ mag seyn, wie er will, so wird der Sinus dieses Einfallswinkels oder EF immer in einem beständigen gleichem Verhältnisse mit dem Brechungswinkel BC seyn; und zwar wird $EF : BC$ immer nahe wie $3 : 2$ seyn, wenn der Lichtstrahl aus der Luft in Glas, und nahe wie $4 : 3$, wenn er aus der Luft in Wasser übergeht. Weil nemlich die Kräfte der Anziehung im Glase an der brechenden Fläche GH die parallele Geschwindigkeit AP des Lichtpartikels nicht ändern, sondern nur die perpendicularäre PI , und diese vermehren, wie vorhin gezeigt worden ist, so wird das Licht in eben der Zeit nach der Brechung von dem Einfallslothe PD um den gleichen Raum CB abgehen, in welcher es sich ihm um den Raum AP näherte. Die Direction des Lichts gegen die Fläche GH mag seyn, welche sie will, so wird, weil die Anziehungskräfte dieser Fläche gleich bleiben, die Zunahme der Perpendicularargeschwindigkeit PI des Lichts immer dieselbige bleiben, (oder auch die Abnahme derselben, wenn das Licht aus dem dichten in das dünnere Medium übergeht, oder vom Perpendikel abgebrochen wird), oder PI wird mit IC ein immer gleiches Verhältniß haben, indem PI die Perpendicularargeschwindigkeit des Lichts vor der Brechung, IC sie durch die Brechung vermehrt vorstellt. Hieraus ist klar, daß, weil die Geschwindigkeit des Lichts vor der Brechung aus AP und PI , und nach der Brechung aus CB und IC zusammengesetzt ist, es in einerley Zeit vor der Brechung AI , und nach der Brechung IB durchlaufen müsse. Da nun $AP = CB$ ist, und PI zu IC einerley Ver-

hältniß beständig behält, so ist auch die ganze Geschwindigkeit des Lichts vor dem Brechen zu der nach dem Bre-

pendiculärgeschwindigkeit desselben beim Uebergang in die Luft ganz verschwinden, und die Refraction verwandelt sich in Reflexion.

Car. Scherffer institut. physic. II. C. 174. ff.

§. 360. Bey dem Brechen in durchsichtigen ebenen Flächen bleiben schief einfallende parallele Strahlen auch nach dem Brechen parallel, sie mögen aus dem dünnern in das dichtere Mittel, oder umgekehrt gehen. Bey dem Uebergange aus einem dünnern Mittel in ein dichteres von ebener Fläche werden einfallende Divergirende in ihrer Divergenz, und einfallende convergirende Strahlen in ihrer Convergenz vermindert; beim Uebergange aus einem dichtern in ein dünneres Mittel von ebener Fläche werden Divergirende oder convergirende Strahlen mehr

dis

divergirend oder convergirend. Dies folgt aus dem allgemeinen Gesetze der Brechung (§. 556.).

§. 561. Aus diesem Brechen der Lichtstrahlen in Mitteln von verschiedener Dichtigkeit und ebenen Flächen läßt sich erklären, warum ein Gegenstand unter oder hinter einem ebenen Glase dem Auge fast um $\frac{1}{3}$ näher nach der Oberfläche des Glases zu erscheint, als er wirklich liegt; warum eine Münze in einem Gefäße, die bey einer gewissen Stellung des Auges nicht zu sehen ist, sichtbar werden kann, wenn das Gefäß mit Wasser gefüllt wird; warum der Boden eines Gefäßes mit Wasser hohl zu seyn und höher zu liegen scheint; warum ein Stod im Wasser gebrochen erscheint; warum ein Fisch im Wasser nicht an seinem wahren Orte, sondern ohngefähr um $\frac{1}{4}$ näher nach der Oberfläche zu gesehen wird; warum Sterne schon vor ihrem wirklichen Aufgange und noch nach ihrem wirklichen Untergange wahrgenommen, und eine Mondfinsterniß gesehen werden könne, wenn die Sonne noch über unserm Horizont erscheint; warum die Gestirne höher nach dem Zenith zu beobachtet werden, als sie wirklich stehen; und worin endlich überhaupt die astronomische Strahlenbrechung (*refractio astronomica*) bestehe.

Schlers physikalisches Wörterb. Th. IV. S. 243. ff. Einleitung in die astronomischen Wissenschaften, verf. von Lampert Hinz. Köhl. Th. I. Greifswalde 1768. 8. S. 96 — 140.

Noch gehören hieher;

- 1) die vervielfältigte Erscheinung eines Gegenstandes durch ein Kautenglas (*Polyedrum*).

Es sey ABCD (Fig. 87.) ein vielflächtig geschliffenes Glas. Die drey vordern Flächen BC, CD, und DA seyen dem Gegenstande F zugerichtet, und hinter der Fläche BA befinde sich das Auge in o. Dies sieht nun den Punct F dreyfach, in F, in L, und in M.

Db 2

Denn

Denn der Strahlenkegel, der auf die Fläche CD von dem strahlenden Punkte fällt, und wovon wir hier nur die Achse Fg gezeichnet haben, geht, da er senkrecht auf den Flächen CD und BA steht, ungebrochen in das Glas und heraus, und gelangt zum Auge in o. Der Strahlenkegel Fb, der auf die Fläche CB fällt, wird im Glase dem Perpendikel zugelenkt, und beim Austritt aus dem Glase vom Perpendikel abgelenkt, und gelangt auch zum Auge in o, das nun den Gegenstand nach L sehen muß; eben so ist es endlich mit dem Strahlenkegel Fh, der auch nach den erlittenen Brechungen zum Auge in o kommt, und die Vorstellung des Sehens in M erzeugt.

- 2) Die dioptrischen Anamorphosen; oder Zeichnungen einzelner Theile, die durch ein, polyedrisches Glas betrachtet als ein ordentliches Ganzes erscheinen.

Jo. Geo. Leutmanns Anmerkungen vom Glasschleusen. Wittenberg 1728. 8. S. 96. ff.

- 3) Die scheinbare Ortsveränderung der Körper, die durch ein gläsernes Prisma betrachtet werden.

- 4) Die besondern Erscheinungen der Strahlenbrechung in der Luft, die an verschiedenen Stellen ungleich erwärmt, und also ungleich dicht ist, nach Hrn. Büsch und Gruber.

Büsch tractatus duo optici argumenti, Hamb. 1783. Tob. Gruber physikalische Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung von erwärmten Flächen, Dresden 1787. 4.

- 5) Die merkwürdige, aber noch immer problematische, scheinbare Verdoppelung des Gegenstandes durch den durchsichtigen Kalkspath, oder isländischen Krystall.

Gehlers physikal. Wörterb. Th. II. S. 820. ff.

§. 562. Aus den allgemeinen Gesetzen der Strahlenbrechung (§. 556. 557.), und der Kenntniß des Verhältnisses der Refraction des durchsichtigen Mittel (§. 558.), läßt sich durch Zeichnungen oder durch Rechnung leicht bestimmen, wie die Brechung der Strahlen in gekrümmten Flächen geschieht. Wir betrachten nur hier die Brechung der Strahlen in Gläsern, wovon eine oder beide Flächen eine erhabene oder hohle Kugelgestalt haben, die man Linsen oder Lupen (*lentes*) nennt. Sie sind

sind entweder auf einer Seite eben und auf der andern erhaben (planconver) (Fig. 88.); oder auf beiden Seiten erhaben (converconver) (Fig. 89.); oder auf einer Seite erhaben, auf der andern hohl, so daß der Halbmesser der erhabenen Seite kleiner ist, als der hohlen (Meniscus) (Fig. 90.). Diese drey Arten heißen auch zusammen erhabene Linsen (lentes convexae); denen die hohlen Linsen oder Hohlgläser (lentes concavae) entgegengesetzt sind, wo entweder die eine Seite eben, die andere hohl ist (planconcav) (Fig. 91.), oder beide Seiten hohl sind (concavconcav) (Fig. 92.), oder eine Seite hohl, die andere erhaben ist, so daß der Halbmesser der erhabenen Seite größer ist, als der hohlen (concavconver) (Fig. 93.). Ein Glas, das auf einer Seite erhaben und auf der andern hohl ist, aber mit einerley Halbmesser, z. B. ein Uhrglas, bricht die Strahlen wie ein planes Glas.

§. 563. Die gerade Linie DE (Fig. 94.), welche durch die Mitte der Linse AB geht, und auf beiden Flächen derselben perpendicular steht, heißt die Ase der Linse. Die Größe der Linse bestimmt man nach der Krümmung ihrer Convergität oder Concavität, und heißt einzolligt, zweyzolligt, zehnfüßig, zwanzigfüßig, u. s. w. wenn der Durchmesser der Kugel oE, oder dD, wovon die Oberfläche des Glases ein Abschnitt ist, 1 Zoll, 2 Zoll, 10 Fuß, 20 Fuß, u. s. w. beträgt.

§. 564. Wenn parallele Strahlen auf erhabene Glaslinsen nahe bey der Ase des Glases fallen, so werden sie so gebrochen, daß sie hinter der Linse nach der Ase des Glases zusammengehen, und sich in

einem Punkte vereinigen, welcher der Brennpunct (focus) der Linse heißt. Hinter diesem Punkte durchkreuzen sich die Strahlen wieder, und werden divergirend. Wenn statt paralleler Strahlen divergirende Strahlen eines leuchtenden Punctes auf die erhabene Linse fallen, so werden sie nach dem Brechen 1) weniger divergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punctes kleiner ist, als die Brennweite der Linse; 2) parallel, wenn der leuchtende Punct selbst im Brennraume ist; 3) convergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punctes größer ist, als die Brennweite. Convergirend auffallende Strahlen werden durch diese Linsen nach dem Brechen natürlicher Weise noch mehr convergirend. Man nennt die erhabenen Linsen wegen der angeführten Wirkungen auch **Sammlungsgläser**.

1) Es fallen (Fig. 95.) auf die biconvexe Linse ab mit der Achse derselben hk die parallelen Strahlen g und b nahe bey der Achse des Glases ein. Sie werden auf der vordern Fläche des Glases erst dem Einfallslothe zugeleitet, und beim Ausgange aus der hintern Fläche vom Einfallslothe abgelenkt, sie werden convergirend, und vereinigen sich mit der Achse des Glases in F , von wo sie wieder als divergirende auseinander fahren, wenn sie sich durchkreuzt haben.

2) Wenn die Strahlen als divergirende auf diese Linse fallen, so werden sie durchs Brechen entweder weniger divergirend, oder parallel, oder convergirend, nach der verschiedenen Entfernung des strahlenden Punctes von der Linse. Steht nemlich 1) der strahlende Punct im Brennpunct der Linse, $z. B.$ in F (Fig. 95.), so werden die Strahlen zu parallelen; 2) steht er näher, als der Brennpunct, so werden sie weniger divergirend, wie Fig. 96., wo der strahlende Punct g näher an der Linse steht, als der Brennpunct F , und wo die Strahlen gl und gm durch die Brechung beim Eingang in die Linse und beim Ausgange aus derselben, die Richtung von dn und eo erhalten. Der mittlere Strahl gk geht ungebrochen durch, da er senkrecht auf den Flächen der Linse steht. Werden die Strahlen nd und os rückwärts verlängert, so treffen sie

ſie in p zuſammen. Da nun der Winkel lpm kleiner iſt, als lgn , ſo iſt auch die Divergenz der Strahlen durch die Brechung vermindert worden, und die Strahlen fahren ſo aus der Linſe, als ob ſie von einem weiter entfernten Puncte herkämen, als g iſt. 3) Wenn der leuchtende Punct weiter entfernt iſt, als die Brennweite, ſo werden die davon auf die Linſe fahrenden divergirenden Strahlen zu convergirenden, wie Fig. 97. wo der ſtrahlende Punct A weiter von der Linſe ab abſteht, als ihr Brennpunct F ; die Strahlen As und Aq vereinigen ſich nach den erlittenen Brechungen hinter der Linſe mit der verlängerten Achſe AG in G . Iſt G der ſtrahlende Punct, ſo iſt A der Vereinigungspunct der gebrochenen Strahlen.

3) Convergirende Strahlen werden noch ſtärker convergirend durch die Brechung in dieſen Linſen. Es ſey (Fig. 96.) ab eine biconvere Linſe, gegen welche die convergirenden Strahlen nd und oo fahren, die ohne die Linſe in p zuſammenlaufen würden. Sie werden durch Brechung beim Eintritt in die Linſe und beim Austritt aus derſelben nach g zu gebrochen, und vereinigen ſich daſelbſt mit der Achſe. Da nun der Winkel lgn größer iſt, als lpm , ſo iſt auch die Convergenz der Strahlen größer (ſ. 524.).

§. 565. Die Entfernung des Brennpunctes paralleler Strahlen von der Krümmung des Glaſes (wenn man auf die Dicke des Glaſes nicht Rückſicht nimmt) heiſt die Brennweite (*distantia focalis*). Man findet dieſelbe, wenn man die Länge des einen Halbmefſers mit der Länge des andern multiplicirt, und das Product mit der halben Summe dieſer Halbmefſer (beim Menſcuſ aber das Product der Halbmefſer mit ihrer halben Differenz) dividirt. Bei dem gleichförmig converconveren Glaſe iſt folglich die Brennweite dem gemeinſchaftlichen Halbmefſer der beiden Flächen des Glaſes gleich; beim planconvergen aber dem Durchmeſſer der Kugel, wovon die erhabene Seite ein Segment iſt. Bei einer Kugel von Glaſ liegt er um den vierten Theil ihres Durchmeſſers hinter derſelben.

Wegen der häufigen Anwendung, die man von den con-
 vexen Glaslinsen zu machen hat, ist es nöthig, den Ab-
 stand des Vereinigungspunctes, der durch die Linse ge-
 henden Strahlen mit der Achse der Linse, von der Lin-
 se, berechnen zu können, wenn der Radius der Krüm-
 mungen der Linse, der Abstand des leuchtenden Pun-
 ctes, und das Brechungsverhältniß zwischen Luft und
 Glas gegeben sind. Die allgemeine Formel dazu läßt
 sich aus Folgendem herleiten. Es sey ab (Fig. 98.) ei-
 ne biconvexe Linse mit ungleichen Krümmungen; der
 Halbmesser AK der Krümmung AI sey r , der Halb-
 messer BC der Krümmung BT sey R ; der leuchtende
 Punct o sey in der verlängerten Achse der Linse. Wir
 wollen hier annehmen, daß der einfallende Strahl der
 Achse sehr nahe einfalle, so daß wir OI für OA, PT für
 PB, und AI und BT für gerade Linien halten können.
 Man ziehe KI, als das Einfallslot, und verlängere
 OI geradlinigt, so ist KIG der Einfallswinkel, und
 KG der Sinus davon. Da der Strahl beim Eintritt
 in das Glas dem Einfallslothe zugelenkt wird, so wäre
 er nach der ersten Brechung auf der Fläche AI in I
 die Richtung IP erhalten. Man ziehe also IP, und fäl-
 le von K das Perpendikel KH auf IP, so ist KH der
 Brechungssinus. Dieser Brechungssinus verhalte sich
 zum Einfallssinus, wenn das Licht aus der Luft in die
 Linse tritt, wie p zu q , und wenn es aus der Linse in
 die Luft tritt, wie q zu p . Man ziehe also noch aus
 C das Einfallslot CT auf T, wo der Strahl I in der
 Richtung nach P zu aus dem Glase tritt, und bey dies-
 sem Austritt vom Einfallslothe abgelenkt wird, und
 in die Richtung PT nach D
 zu, u. f. DP und CR
 auf E einfallswinkel,
 und C in T aus der
 Linse Es sey $CD =$
 m , K n , daß $p : q$

$= KG$ (oder n) : KH ; folglich ist $KH = \frac{nq}{p}$; fers
 ner ist klar, daß $q : p = CD$ (oder m) : CE ; folglich
 ist $CE = \frac{mp}{q}$. Es sey ferner OA, oder die Entfer-

nung des leuchtenden Punctes von der Linse $= d$, die
 Dicke der Linse oder $Ab = c$, $Pb = z$, und der gesuchte
 Abstand des Vereinigungspunctes des Strahls nach dem
 Brechungen mit der Achse in F, oder $Fb = x$. Da die
 rechtwinkligten Dreiecke OAI und OKG ähnlich sind, so
 ist $OK : OA = KG : AI$, das ist, nach dem vorher dafür
 substituirten Werth, $d + r : d = n : AI$; es ist folglich AI:

$\frac{dn}{d+r}$. Da ferner die Dreypede PAI und PKH ähnlich sind, so ist $PA : PH = AI : KH$, das ist, nach dem dafür substituirtten Werth, wie $z + o : z + c - r$
 $= \frac{dn}{d+r} : \frac{nq}{p}$. Multiplicirt man nun die mittlern und äußersten Glieder dieses Verhältnisses, so erhält man
 $\frac{dnz + dnc - dnr}{d+r} = \frac{nqz + nqe}{p}$, woraus man den Werth von $z = \frac{dcq + cqr + dpr - dep}{dp - dq - qr}$ findet.
 Da weiter die Dreypede PCD und PBT ähnlich sind, so ist $PD : PB = CD : BT$, d. i. $z + R : z = m : BT$. BT ist also $= \frac{mz}{z+R}$. Weil endlich auch die Dreypede FCE und FBT ähnlich sind, so ist $FC : FB = CE : BT$, d. i. $x + R : x = \frac{mp}{q} : \frac{mz}{z+R}$.
 Hieraus entsteht die Gleichung $\frac{xmp}{q} = \frac{mzx + mzR}{z+R}$, woraus man einen andern Werth für $z = \frac{pRx}{qx + qR - px}$ erhält. Aus der Vergleichung dieser beiden Werthe, um x zu erhalten, und nach den gehörigen Reductionen findet man

$$z = \frac{dpqRr + dcqqR - dppR - dpqR - pqRr - dcq - dpqr + dcpqR + cqqR}{2dopq - dcpp + dppr - cqq + epqr}$$

 Wenn wir nun die Dicke der Linse $AB = c$ für nichts oder $= 0$ rechnen, wie wir in der Praxis thun können, so wird in der vorigen Formel

$$z = \frac{dpqRr}{dppR - dpqR - pqRr - dpqr + dppr}$$

$$= \frac{dqRr}{dp(R+r) - dq(R+r) - qRr}$$

$$= \frac{d(p-q)(R+r) - qRr}{dp(R+r) - dq(R+r) - qRr}$$
. Dies ist nun die allgemeine Formel für die Bestimmung des Abstandes des Vereinigungspunctes der Strahlen vor der Linse, oder für FB, wo die Dicke der Linse nicht in Betracht kommt; und zwar dient sie nicht nur für Glas, sondern für jeden andern durchsichtigen Körper, wenn nur das Brechungsverhältniß ($p : q$) bekannt ist, und die Halbmesser der Krümmungen der Brechenden

den Flächen (R, r), so wie der Abstand (d) des leuchtenden Punctes, in Fuß, Zollen oder Linien gegeben ist. Wenn Glase ist $p = 30$, genauer aber $= 31$, $q = 20$ zu nehmen.

Wenn parallele Strahlen auf die Glaslinse fallen, so wird $d = \infty$ zu halten seyn, und es wird in der

vorigen Formel $x = \frac{qRr}{(p-q)(R+r)}$. Ist nun 1) die

Glaslinse biconvex, und zwar mit gleichen Halbmessern der Krümmung, so ist $R = r$, und für parallele

Strahlen wird dann $x = \frac{qr^2}{2r(p-q)}$. Wenn wir

$p = 2$, $q = 3$ nehmen, so ist $x = 1$, oder gleich dem Halbmesser der Krümmung, wie es im §. angegeben ist.

2) Ist die Glaslinse planconvex, so wird für die ebene Fläche derselben $R = \infty$, und für parallele Strahlen

ist $x = \frac{qr \infty}{p \infty - \infty q + pr - qr} = \frac{qr}{p-q}$. Wenn

wir das Brechungsverhältniß im Glase $p : q = 3 : 2$ nehmen, so wird $x = 2r$, folglich gleich dem Durchmesser der erhabenen Seite, wie im §. angegeben ist.

3) Ist die Glaslinse endlich ein Meniscus, so wird der eine Halbmesser der Krümmung, oder R negativ, und für parallele Strahlen verwandelt sich die obige Formel in

$x = \frac{qRr}{(p-q)(R-r)}$. Nehmen wir das

Brechungsverhältniß im Glase $= 3 : 2$, so ist $x =$

$\frac{2Rr}{R-r} = \frac{Rr}{\frac{1}{2}(R-r)}$, oder gleich dem Producte

der Halbmesser, dividirt durch ihre halbe Differenz, wie es im §. angegeben worden ist.

De la Caille lectiones elementares opticae, Vindob. 1757. 4. Rob. Smiths vollständiger Lehrbegriff der Optik, a. d. Engl. mit Aender. und Zus. von Abr.

Gorth. Rastner, Altenb. 1755. 4. S. 81. ff. Rastners Anfangsgr. der Dioptrik, Göttinga. 1780. S. 345. ff.

Kaistens Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften, Th. III. S. 316. ff. Secherffer institutiones

physic. P. II. S. 235. ff. S. 320. ff.

§. 566. Eigentlich kommen nur diejenigen parallelen Strahlen nach dem Brechen in einen Punct zusammen, die der Axe des Glases unendlich nahe sind. Je weiter die parallelen Strahlen von der Axe einfallen, desto kürzer ist der Abstand ihres Ver-

eins

einigungspunctes vom Glase. Die Entfernung dieses vom erstern Puncte heißt die Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt des Glases (*aberratio ex figura*).

§. 567. Sonst kann man die Entfernung des Brennpunctes paralleler Strahlen der erhabenen Linse (obgleich nicht mit aller Schärfe) auch practisch finden. 1) Man lasse die Sonnenstrahlen auf die Linse, und die darin gebrochenen auf einen andern Körper fallen, und bewege die Linse so lange gegen diesen, bis der Punct am hellleuchtendsten und kleinsten wird. Seine Entfernung von der Linse ist die Brennweite. 2) Man bedecke die eine Fläche der Linse mit einem genau darauf anschließenden Papier, worin viele kleine runde Löcher geschnitten sind; und lasse Licht der Sonne hindurch auf eine parallel darunter gehaltene Fläche fallen. Ist diese Fläche weiter oder näher von der Linse, als die Brennweite, so entstehen so viel leuchtende Kreise, als Löcher im Papier sind; im Brennpuncte hingegen vereinigen sie sich alle in einen Kreis. 3) Man halte die Linse gegen eine weiße Wand oder Tafel, und lasse nun einen Gegenstand, dessen Distanz die Länge des Brennpunctes aber wenigstens tausendmal übertreffen muß, darauf durch die Linse sich abbilden. Wenn das Bild am deutlichsten ist, so steht die Wand in der Brennweite der Linse. 4) Am besten findet man diese auch in einem dunkeln Zimmer, in welches durch die Linse das Sonnenlicht hineinfällt. Die Entfernung der Spitze des sich hier bildenden Strahlenkegels von der Linse ist die Brennweite. Die Gründe von allen diesem werden aus dem Folgenden erhellen.

§. 568. Jetzt läßt sich auch bestimmen, wie diese erhabene Linse Bilder von den vor ihnen befindlichen Objecten machen, wenn man zugleich das erwägt, was (§. 544.) gesagt worden ist. 1) Wenn die von dem Gegenstande ausgehenden und auf die Linse fallenden Strahlen als parallel anzusehen sind, so ist der Brennpunct das Bild des Gegenstandes, und man kann ihn überhaupt als das Bild eines unendlich entfernten Gegenstandes ansehen. 2) Kein Bild kann dem Glase näher liegen, als der Brennpunct. 3) Wenn der Gegenstand im Brennpuncte sich befindet, so macht er gar kein Bild, oder er macht ein unendlich großes Bild, in einer unendlichen Entfernung, weil die divergirenden Strahlen dann nach dem Brechen zu parallelen werden, die nicht, oder in einer unendlichen Entfernung, zusammenlaufen. 4) Wenn aber die Strahlen von einem Objecte kommen, das noch weiter vom Glase liegt als der Brennpunct, und dessen Strahlen, die von seinen einzelnen Puncten auf die Linse fallen, als divergirende darauf kommen, so vereinigen sich die Strahlen eines jeden Punctes des Objectes wieder hinter der Linse, und machen ein Bild des ganzen Gegenstandes, das aber verkehrt liegt, und weiter vom Glase entfernt ist, als die Brennweite. 5) Würde in diesem Fall an dem Orte des Bildes der Gegenstand seyn, so würde das Bild desselben da zu stehen kommen, wo der Ort des Gegenstandes selbst war. 6) Je näher das Object dem Glase kommt, desto weiter rückt das Bild vom Glase weg, und wird zugleich desto größer, und es wird endlich ganz verschwinden, wenn das Object in den Brennpunct des Glases kommt. 7) Endlich wenn der Gegenstand näher

nach

nach dem Glase liegt, als der Brennpunct, so kann gar kein Bild entstehen, da die Strahlen nicht zusammenfahren, sondern divergirend bleiben.

Versuche: 1) Das Bild der Flamme eines Lichtes stellt sich hinter einer convergen Linse klein und verkehrt vor, wenn die Flamme weit vom Brennpuncte der Linse entfernt ist; wird größer und entfernter, wenn die Flamme dem Brennpuncte näher kommt; verschwindet endlich gänzlich, wenn die Flamme in den Brennpunct kommt.

a) Man lasse im finstern Zimmer die parallelen Strahlen der Sonne auf eine erhabene Linse fallen, wo man den durch Brechung in der Linse hinter derselben sich bildenden Strahlenkegel, und den umgekehrten nach der Durchkreuzung der Strahlen wahrnehmen kann.

Die Strahlen der Sonne sind wegen der weiten Entfernung derselben von der Erde als parallel unter einander anzusehen; daher zeigt sich hinter der Glaslinse im Brennpuncte derselben das kreisrunde Bild der Sonne, der wegen der Erhitzung, die er bewirkt, zu der allgemeynen Benennung des Brennpunctes für den Vereinigungspunct der parallel einfallenden Strahlen Anlaß gegeben hat.

Ferner halte man eine erhabene Linse von mehreren Zollen Brennweite erst dicht vors Auge, und sehe dadurch nach einem gehörig erleuchteten Gegenstande; der viel weiter vom Glase absteht, als die Brennweite, so wird man den Gegenstand dadurch erkennen; man entferne nun die Linse vom Auge, so wird der Gegenstand allmählich dem Auge verschwinden; bey noch weiterer Entfernung der Linse vom Auge aber endlich verkehrt und verkleinert wahrgenommen werden, und desto kleiner erscheinen, je weiter man die Linse vom Auge entfernt hat.

Es sey (Fig. 99) OCB ein Object, das von der bis convergen Glaslinse ab weiter abstehe, als derselben Brennpunct F. Von dem mittlern Puncte C des Object's geht ein Strahlenkegel nach der Linse, und die divergirenden Strahlen desselben werden zu convergirenden, vereinigen sich aber später zusammen als in der Brennweite der Linse f, wie die Berechnung im §. 565. lehrt; sie kommen in o zusammen, und fahren hier wieder als divergirende auseinander. Ihr Vereinigungspunct in o ist das Bild vom Puncte C. Eben so wirft der Punct O und B jeder einen Strahlenkegel nach der Linse, und die Strahlen jedes Kegels werden durch die Brechung zu convergirenden, und machen ein Bild

Bild in o' und b' von den Punkten O und B. Es entsteht nun ein Bild bco des ganzen Objectes OCB, das aber gegen das Object verkehrt steht, und der Linse näher ist, als das Object auf der andern Seite. Wenn bco das Object wäre, so würde OCB das Bild davon seyn. — Wenn in bco eine zurückstrahlende Fläche ist, die sonst nur wenig Erleuchtung erhält, so wird das Bild bco des Gegenstandes OCB darauf wahrzunehmen seyn.

§. 569. Die Entfernung des Bildes hinter dem Glase findet man, wenn man das Product aus der Brennweite des Glases in die Entfernung des Objectes vom Glase durch die Differenz der Entfernung des Objectes von der Brennweite des Glases dividirt. Der Quotient giebt die Entfernung des Bildes. Die Entfernung des Objectes vom Glase verhält sich zur Entfernung des Bildes von demselben, wie der Halbmesser des Objectes zum Halbmesser des Bildes.

§. 570. Zur Erläuterung der bisher vorgetragenen Sätze von der geradlinigten Ausbreitung des Lichts, der Zurückstrahlung, und besonders der Brechung in erhabenen Gläsern, und auch sonst zur Belehrung und Belustigung, dienen:

- 1) Die Camera obscura des Baptista Porta, wovon man die optische und dioptrische unterscheidet. Zu der letztern gehört auch die sogenannte helle Kammer (camera clara).

L. B. Portae Magiae naturalis, sive de miraculis rerum naturalium libr. IV. Neap. 1558, Fol. Antwerp. 1576. 12. sehr verm. in libr. XX. Neap. 1589. Fol. Amstelod. 1664. 12.

- 2) Kirchers Zauberlaterne (laterna magica).

Athanas. Kircheri ars magna lucis et umbrae. Amstelæd. 1671. Fol. S'Gravesande *Phyl. elem. mathem.* T. II. S. 877. ff.

- 3) Die

3) Lieberkühns Sonnenmikroskop (microscopium solare).

Beschreibung eines verbesserten Sonnenmikroskops, von Joh. Ernst Basil. Wiedeburg. Nürnberg. 1758. 4.

4) Adams Lampenmikroskop.

Essay on the microscope, by Adams. Lond. 1787. gr. 4. S. 65.

5) Martins Sonnenmikroskop für undurchsichtige Gegenstände, wozu auch Aepinus eine Einrichtung des gewöhnlichen Sonnenmikroskops nach Lieberkühns Vorschlage beschrieben hat.

Description and use of an opaque solar Microscope. Lond. 1774. 8. Adams a. a. D. S. 92. Emendatio microscopii solaris, auct. F. V. T. Aepino, in den nov. Comment. petrop. T. IX. S. 316. ff.

- 1) Die optische Camera obscura macht man gewöhnlich daraus begreiflich, daß man annimmt, es fahre (Fig. 100.) durch die enge Oeffnung f der Wand ab, die das finstere Zimmer von den erleuchteten Gegenständen trennt, von jedem Punkte dieser Gegenstände, welcher der Oeffnung zugekehrt ist, ein Lichtstrahl durch das Loch, (wie von den Punkten C, E und D des Gegenstandes der Strahl Cc, Ee, und Dd) und falle auf die Wand im finstern Zimmer, ohne daß zugleich von den benachbarten Punkten des Gegenstandes ein Lichtstrahl auf denselben Punkt dieser Wand fallen kann. Von dieser Wand gehen nun die Lichtstrahlen wieder zurück in das Auge des Zuschauers, der also auf derselben das umgekehrte Bild des Gegenstandes CED sieht. Denn da die Strahlen sich in der Oeffnung durchkreuzen, so muß das Bild verkehrt werden. Es wird desto kleiner seyn müssen, je näher die Wand, worauf es sich abbildet, an der Oeffnung steht; desto größer, je weiter sie davon entfernt ist. Indessen ist diese Vorstellung von einzelnen Lichtstrahlen, die von den Punkten des Gegenstandes nach der Oeffnung zugehen sollen, nicht der Natur gemäß, sondern es fahren vielmehr von den erleuchteten Punkten Strahlenkegel nach der engen Oeffnung f , die ihre Spitze am strahlenden Punkte haben, und deren Grundfläche die Oeffnung f ist. Die Strahlen dieser einzelnen Lichtkegel

breit

breiten sich bey ihrem Fortgange durch die Oeffnung im Zimmer immer weiter aus, und bilden auf der Wand, von der sie aufgefangen werden, erleuchtete Kreisflächen oder elliptische Flächen, je nachdem sie senkrecht, oder schief darauf fallen. Diese Flächen, die von den Kegeln benachbarter strahlender Puncte des Object's herrühren, decken sich größtentheils; von jeder Fläche bleibt aber doch ein Punct, nemlich um des Lichtkegels Spitze, der das empfangene Licht reiner und minder vermischt ins Auge divergirend zurückstrahlt, als die übrigen, von andern benachbarten Flächen mehr gedeckten, Puncte dieser Fläche. So entsteht nun durch die Zurückstrahlung von diesen Puncten der Wand die Empfindung eines Bildes des Gegenstandes. Da die Strahlenkegel sich durchkreuzen, so ist das Bild verkehrt. Je weiter von der Oeffnung im finstern Zimmer das Bild aufgefangen wird, um desto geringer ist wegen der Divergenz der Strahlen die Erleuchtung der zurückstrahlenden Puncte der Wand, um desto minder lebhaft ist also das Bild, und auch um desto mehr vergrößert. Da die weiße Wand das Licht so zurückstrahlt, wie sie es empfängt, so behalten auch die Puncte des Bildes die Farbe, welche die Strahlen des Strahlenkegels halten, von dem das Licht des Punctes herrührt; das Auge sieht also das Bild mit den natürlichen Farben des Object's. Je größer die Oeffnung f wird, desto undeutlicher wird das Bild, weil sich dann desto mehr Strahlenkegel verschiedener Puncte decken, folglich jene zurückstrahlende Puncte der Wand desto mehr das Licht vermischt mit dem Lichte anderer benachbarter strahlender Puncte dem Auge zusenden, und also das Bild des ganzen Gegenstandes weniger rein erhalten werden kann. Indessen darf auch die Oeffnung nicht gar zu fein seyn, weil sonst wieder nicht Erleuchtung genug stattfindet, um die Netzhaut im Auge gehörig zu afficiren. Hierin ist auch der Grund zu suchen, warum man bey verengter Pupille, wenn man aus dem starken Tageslichte plötzlich ins finstere Zimmer tritt, das Bild der Wand nicht gleich sieht, sondern erst eine Zeitlang nachher, wenn durch die erfolgende Erweiterung der Pupille mehr Licht ins Auge kommen kann. Uebriens erhellet aus dem Angeführten leicht, warum die Bilder im finstern Zimmer nie scharfe und genaue Umrisse und nie die Deutlichkeit des Gegenstandes haben, und warum sie, bey übrigens gleicher Oeffnung und gleicher Entfernung der Wand davon, desto lebhafter sind, je mehr die sich abbildenden Gegenstände erleuchtet sind.

In jedem Zimmer, vor welchem erleuchtete Gegenstände stehen, deren Punkte durch die Fenster des Zimmers Strahlenkegel auf die Wände des Zimmers werfen, würden Bilder dieser Gegenstände entstehen müssen. Da aber hier jeder Punkt der Wand nicht bloß von einem Punkte der Gegenstände, sondern auch von unzähligen andern zugleich Licht empfängt, das er wieder zurückstrahlt, so kann kein reines und unvermischtes Bild der Gegenstände erzeugt werden; wir können also keine Bilder empfinden, sondern sehen bloß die zurückstrahlenden Punkte der Wand selbst.

Wenn in die Oeffnung f der Wand des finstern Zimmers ab (Fig. 101.) eine kleine erhabene Glaslinse gesetzt wird, deren Brennweite mehrere Fuß beträgt, so werden die divergirenden Strahlen der Strahlenkegel, die von den leuchtenden Punkten der Gegenstände nach der Linse zugehen, durch die Brechung zu convergirenden; wird nun die Wand, auf der sich das Bild abmahlen soll, genau in den Vereinigungspunkt der Strahlen der einzelnen Strahlenkegel gestellt, so entsteht ein reineres Bild des strahlenden Punktes, und so des ganzen Gegenstandes auf der Wand in dieser dioptrischen Camera obscura, als in der vorigen optischen. Da aber bey der verschiedenen Entfernung mehrerer strahlenden Punkte der Objecte, und eines und desselben Objectes, von der Linse, der Vereinigungspunkt der einzelnen Strahlen, die zu einerley Strahlenkegel gehören, ungleich weit von der Linse entfernt ist, so sieht man leicht, daß man von den verschiedentlich weit entfernten Gegenständen, oder Punkten der Gegenstände, nicht gleich deutliche Bilder erhält. Das Bewundernswürdige unsers Auges, das so viel Ähnlichkeit mit der Camera obscura dioptrica hat, liegt eben in der Einrichtung, wodurch die Krystalllinse der Netzhaut mehr genähert, oder mehr davon entfernt werden kann, freylich nur auf eine begränzte Weite, die aber für unsere Bedürfnisse hinreichend ist. — Nach Leutmann wird das Bild des dunkeln Zimmers am besten, wenn man sich eines Meniscus in der Oeffnung f bedient.

Hierher gehört nun auch die tragbare Camera obscura (Camera obscura portatilis), der im Ganzen die Einrichtung des eigentlich finstern Zimmers ähnlich ist. (M. s. Muschenbroek introd. ad philos. nat. §. 2333.)

Die Rheinthalische Camera clara ist im Grunde nichts weiter, als eine solche tragbare Camera obscura, übertrifft aber an Nettigkeit der Abbildung und an Klarheit des Bildes die letztere sehr; ihr Unterschied ist, daß das Bild darin nochmals durch ein erhabenes Glas betrachtet

trachtet wird, und daß wegen der großen Oeffnung der Gläser die Darstellung darin sehr licht und hell wird. Es sey (Fig. 102.) DFGH ein hölzerner Kasten, der zur Verhütung des falschen Lichtes inwendig schwarz gefärbt ist. In der vordern Wand DG ist ein erhaben geschliffenes Glas; in der Diagonalfäche lm steht ein Planspiegel, und in der obern Wand DF ist wieder ein erhaben geschliffenes Glas. Wenn nun die vordere Wand DG einem erleuchteten Gegenstande zugekehrt ist, der weiter davon absteht, als die Brennweite der Linse in DG beträgt, so würde er in dem Kasten hinter der Linse ein umgekehrtes Bild von sich machen, das um desto mehr verkleinert ist, und desto näher gegen die Linse zu steht, je weiter der Gegenstand vom Glase entfernt ist, wie aus dem Vorigen bekannt ist. Ehe aber die Strahlen der einzelnen Strahlenkegel zu einem Punkte, oder zu einem Bilde des Punktes zusammenstreffen können, fahren sie auf den Planspiegel lm, werden von diesem unter eben dem Winkel reflectirt, unter dem sie auffallen, und machen ein horizontales Bild des ganzen Gegenstandes in der Verkleinerung, die der Weite des Gegenstandes und der Krümmung der Linse zugehörig ist. Da dies Bild der obern Linse näher liegt, als ihre Brennweite beträgt, so werden die davon ausfahrenden Strahlen bloß als minder divergirende ins Auge kommen, und also nur betursachen, daß das Bild tiefer vom Auge hinabgesetzt, und unter einem größern Sehwinkel wahrgenommen wird. Je weiter der Gegenstand von der Linse in DG abbrucht, desto weiter liegt das Bild ab von der Linse in DF hinab entfernt, desto weniger divergirend werden die Strahlen, die von den Punkten, welche das Bild machen, und nach der Linse in DF zugehen, nach der Brechung in derselben, folglich desto weiter scheint das Bild entfernt. Daher bilden sich Landschaften u. d. gl. Gegenstände in dieser Camera clara perspectivisch ab. Gewöhnlich ist die Einrichtung so gemacht, daß die Wand DG vom Spiegel lm mehr oder weniger entfernt werden kann, wodurch das Bild eines nahen Gegenstandes, welches durch das Glas in DF betrachtet wird, mehr oder weniger vergrößert erscheint. Um das Bild in dieser Camera clara zu sehen, muß man das Auge über das Glas in FD halten. Es ist aber zu merken, daß auf dies Glas wenig oder kein sehr starkes Licht von andern Gegenständen fallen muß, wenn man das Bild darunter gehörig deutlich sehen will; daher ist es am besten, auf DF noch einen oben offenen viereckigten, inwendig geschwärzten Kasten von Wappe oder Holz zu setzen, in den man hinab sieht.

a) Das

2) Das Wesentliche der Zauberlaterne wird aus Folgendem erhellen. Im Brennpuncte F eines Hohlspiegels ab (Fig. 103.) stehe die Flamme einer Lampe. Die divergirenden Strahlen Fg, Fe, Fh werden von demselben als parallele zurückgeworfen; sie treffen bey ihrem Fortgange auf das erhabene Glas Kl, und werden durch dasselbe zu convergirenden Strahlen gemacht. Ebe sie aber noch in dem Brennpuncte der Linse Kl zusammenlaufen, treffen sie auf die durchscheinend gemalte Abbildung auf Glas, das in ADB steht. (Die übrigen Stellen des Glases sind undurchsichtig gemacht). Die Strahlen gewähren solchergestalt der Abbildung eine starke Erleuchtung. Sie fahren convergirend auf die zweite Glaslinse mn, und werden dadurch noch stärker convergirend; sie treffen in f mit der Achse zusammen, durchkreuzen sich daselbst, und gehen als divergirende auf die dritte Glaslinse op, wo sie, weil f näher liegt, als die Brennweite paralleler Strahlen ist, als minder divergirende ausfahren. Steht nun die Lampe in einem Gehäuse eingeschlossen, das bloß nach der Seite der Linsen zu offen ist, so wird in einem dunkeln Zimmer auf der weißen Wand bda ein hell erleuchteter Kreis gebildet, wenn das Gemälde AB nicht da ist, der desto größer ist, je weiter die Wand bda von der Zauberlaterne entfernt steht, der aber auch desto mehr in der Intensität seiner Erleuchtung geschwächt ist. Das letzte Glas op muß von mn mehr entfernt oder ihm mehr genähert werden können, damit die durch dasselbe hindurch fahrenden Strahlen weniger oder mehr divergirend gemacht werden können. Wird das Gemälde an seinen Ort ADE gestellt, so malt sich das Bild auf der Wand bda ab, und zwar umgekehrt, wegen der Durchkreuzung der Strahlen in f. Da aber eigentlich von den Puncten des erleuchteten Gemäldes in AB nicht einzelne Lichtstrahlen, sondern Strahlenkegel ausfahren, deren Strahlen durch die Brechung in op wieder zu convergirenden werden, so wird das Bild auf der Wand bda nur bey einer gewissen Entfernung derselben von der Linse op die gehörige Deutlichkeit haben, nemlich nur alldann, wenn die Vereinigungspuncte der Strahlen einzelner Strahlenkegel genau auf die Wand treffen. Ist dies nicht der Fall, so muß man die Linse op, oder die ganze Vorrichtung, so lange verschieben, bis das Bild die gehörige Deutlichkeit hat. Damit das Bild gerade werde, stellt man das Gemälde in AB verkehrt. Läßt man das Bild in einen aufsteigenden Rauch fallen, so scheint es einen körperlichen Raum einzunehmen, und kann täuschende Erscheinungen hervorbringen.

3) Das Sonnenmikroskop, dessen Erfinder der sel. Lieberkühn ist, ist von der Zauberlaterne dadurch unterschieden, daß die Erleuchtung dabei durch das ungleich stärkere Sonnenlicht erhalten wird. Es werden nemlich die Strahlen der Sonne durch einen Planspiegel auf eine in der Oeffnung des finstern Zimmers stehende Glaslinse senkrecht reflectirt, und durch Brechung zu convergirenden gemacht; ehe sie aber noch in den Brennpunct der Linse zusammenlaufen, treffen sie in dem Rohre, worin man sie gehen läßt, auf einen kleinen durchscheinenden Gegenstand, der in einem Objectenträger gehalten wird, und gewähren ihm so eine sehr starke Erleuchtung. Die davon ausgehenden Lichtstrahlen gehen dann wieder auf eine kleine mikroskopische Linse, die der ersten Linse etwas näher steht, als die Summe ihrer Brennweiten beträgt, damit die Strahlen als stark divergirende aus ihr heransfahren. Stellt man nun eine weiße Wand gegenüber, so bildet sich das kleine Object darauf ungemein stark vergrößert ab, und zwar um desto mehr, je weiter man die Wand davon entfernt, oder je kleiner die Brennweite der mikroskopischen Linse ist. Eigentlich ist es doch nur der Schatten des Objects, der seine Umrisse bestimmt, obgleich auch die durchscheinenden Stellen desselben Licht durchlassen, und daher auch im Bilde die Farbe zeigen, die sie selbst haben.

Die nähere Beschaffenheit dieser schätzbaren Vorrichtung läßt sich am besten durch die Zerlegung derselben, und durch ihren Gebrauch zeigen.

4 und 5) Das Adamsche Lampenmikroskop ist eine theilhafte Abänderung der Zauberlaterne, und das Martinsche Sonnenmikroskop eine andere des Werks dieses Namens.

§. 571. Hohlgläser (§. 562.), namentlich das Planconcavglas, das concavconcave, und converconcave, zerstreuen die Strahlen, welche von den erhöhten Gläsern gesammelt werden (§. 564.), und heißen deswegen auch Zerstreungsgläser. 1) Parallel mit der Achse darauf fallende Strahlen werden nach dem Brechen divergirend, und haben eine Richtung, als wenn sie alle aus einem Puncte kämen, der auf der andern Seite des Glases liegt, und der Zerstreungspunct (punctum dispersionis) oder der ein:

eingebildete Brennpunct heißt; 2) divergirend das auf fallende Strahlen werden nach dem Brechen noch mehr divergirend; und 3) convergirend auf fallende werden entweder weniger convergirend, oder parallel, oder gar divergirend, je nachdem ihre Convergenz größer oder geringer ist.

1) Es falle (Fig. 104.) auf die biconcave Glaslinse ab der Strahl op , so wird er, weil er senkrecht auf den Flächen der Linse steht, ungebrochen nach k hindurch gehen. Mit diesem fallen die Strahlen nd und me parallel. Sie werden auf dem Einfallspuncte der ersten Krümmung der Linse dem Einfallslothe zugelenkt, und beim Austritt aus der andern Krümmung vom Einfallslothe daselbst abgelenkt, und erhalten die Richtung nach t und l . Sie fahren also divergirend aus, so, als wenn sie, ohne die Linse, von F her kämen. Diesen Punct F nennt man daher auch den eingebildeten Brennpunct der parallelen auf die Linse fallenden Strahlen.

2) Es fallen (Fig. 105.) von dem Puncte d die divergirend ausgehenden Strahlen df , de und dg auf die biconvexe Linse ab. Der Strahl de geht ungebrochen durch nach l , da er senkrecht darauf steht; die Strahlen df und dg hingegen werden durch die doppelten Brechungen auf beiden Flächen der Linse in die Richtung nach k und m gebracht, und fahren so aus dem Glase, als ob sie von o her kämen. Da der Winkel k größer ist, als fgd , so ist die Divergenz der Strahlen vermehrt.

3) Es fallen (Fig. 106.) die convergirenden Strahlen k , l und m auf die Linse ab; sie werden durch die Brechung nach d zu gehen, und daselbst zusammentreffen. Da nun fdg kleiner ist, als k , so ist die Convergenz vermindert.

Wenn die convergirenden Strahlen k , l (Fig. 104.) nach dem imaginären Brennpuncte F der biconcaven Linse ab zugerichtet sind, so werden sie durch die Brechung zu den parallelen dm , po , om .

Wenn endlich die convergirenden Strahlen k , l und m (Fig. 106.) nach o , als der doppelten Brennweite der Linse ab, zugerichtet sind, so werden sie nach der Brechung so divergiren, als ob sie von der doppelten Brennweite der Linse auf der andern Seite her kämen.

Um den Abstand des imaginären Vereinigungspunctes der von einem Gegenstande auf die Hohlgläser fahrenden divergirenden, oder parallelen Strahlen, hinter der Linse oder x zu finden, dient die oben (§. 565. Anm.) hergeleitete Formel ebenfalls, wenn der Abstand des strahlenden Punctes (d), die Halbmesser der Krümmungen der Linse (R, r), und das Brechungsverhältniß ($p : q$) gegeben ist; nur mit dem Unterschiede, daß der Zähler des Bruchs das Zeichen — erhält; und der Vereinigungspunct also rückwärts hinter der Linse liegt.

Es ist diesemnach im Allgemeinen $x =$

$$\frac{-dqRr}{d(p-q)(R+r) - qRr}. \text{ Für parallele Strahlen,}$$

wo $d = \infty$, wird $x = \frac{-qRr}{(p-q)(R+r)}$. 1) Ist die Glaslinse biconcav und zwar mit gleichen Halbmessern der Krümmung, so ist für parallele Strahlen $x = \frac{-qr^2}{2r(p-q)}$, und wenn beym Glase $p : q = 3 : 2$ angenommen wird, so ist in diesem Falle $x = -r$.

2) Wenn die Glaslinse planconcav ist, so ist, weil dann $R = \infty$ zu setzen ist, für parallele Strahlen $x = \frac{-qr}{p-q}$, und wenn wir $p : q = 3 : 2$ nehmen, $x = 2r$.

3) Ist das Glas convexconcav, so ist für parallele Strahlen $x = \frac{-qRr}{(p-q)(r-R)}$, und für das angeführte Brechungsverhältniß des Glases ist $x = \frac{-2Rr}{R-r} = \frac{-Rr}{\frac{1}{2}(R-r)}$.

§. 572. Da die Hohlgläser die Strahlen, welche divergirend von einem Gegenstande ausfahren (§. 571.), zerstreuen, und der Punct des Bildes eines Gegenstandes nur da gesehen werden kann, wo zwei unendlich nahe einfallende Strahlen sich durchschneiden (§. 544.), dieses aber in Hohlgläsern nicht geschieht, so sieht man, daß sie auch kein Bild von den Gegenständen machen können. Da sie aber aus dem Glase in einer solchen Lage auseinander fahren,

daß

daß sie rückwärts verlängert hinter dem Glase in einem Vereinigungspunct zusammenlaufen würden, so nimmt man diesen eingebildeten Vereinigungspunct der Strahlen von einem Objecte, als das Bild des Objectes an. Dies Bild ist aber nur ein mathematisches, und kein physisches Bild. Auch jedes erhabene Glas hat die Natur des Hohlglases, wenn der Gegenstand demselben näher liegt, als der Brennpunct (§. 568. n. 7.).

Verschiedene Brechbarkeit des Lichts.

F a r b e n .

§. 573. Mit der Brechung des Lichtes in durchsichtigen Mitteln von verschiedener Dichtigkeit ist noch ein anderer merkwürdiger Erfolg verbunden, nemlich die Spaltung und Theilung des weißen Lichtstrahls in mehrere gefärbte. Wenn man diesemnach ein dünnes Bündel weißer Sonnenstrahlen FG (Fig. 107.) durch eine kleine runde Oeffnung von ohngefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser in ein dunkles verfinstertes Zimmer so fallen läßt, daß es von einem gläsernen horizontal gestellten dreiseitigen Prisma P aufgefangen wird, so wird der Strahl nach dem Durchgange durchs Prisma auf der vertical stehenden Wand in I ein rundes und weißes Bild der Sonne machen, wie er thun müßte, da bey der Brechung in ebenen Flächen parallele Strahlen parallel bleiben; sondern man sieht auf der Wand ein länglichtes Farbenbild (Spectrum) BC, das an den beiden Seiten durch gerade parallele Linien, oben und unten aber durch Circelbogen begränzt ist, und aus folgenden über einander liegenden, in einander fließenden, und verschiedentlich gefärbten Streifen besteht; nemlich von un-

ten nach oben zu: roth, orange, hellgelb, grün, hellblau, indigoblau, violett.

§. 574. Ehe wir zur Erklärung dieses an fruchtbaren Folgerungen so überaus reichen Phänomens übergehen, das seit Newton den Namen der verschiedenen Brechbarkeit des Lichts (*diversa refrangibilitas straminum lucis*) erhalten hat, wollen wir erst noch mehrere Umstände des Phänomens näher betrachten, die zur Erklärung der Theorie des unsterblichen Erfinders und seiner darauf gebaueten Lehre von den Farben abzuwecken.

Optice, sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus, et coloribus lucis libri III., auct. J. Newtono, lat. redd. Sam. Clarke, Lond. 1706. 4.

§. 575. Die Breite des auf der Wand in BC (Fig. 107.) hervorgebrachten Farbenbildes ist die des weißen Kreises, der ohne das Prisma von dem Strahle Fg in I würde gebildet werden; die Länge des Bildes übertrifft die Breite etwa fünfmal. Wenn man die Länge des Farbenbildes $= 1$ setzt, so beträgt die Höhe des rothen farbigten Streifen $\frac{1}{8}$, des orangefarbenen $\frac{2}{10}$, des hellgelben $\frac{1}{2}$, des grünen $\frac{1}{3}$, des hellblauen $\frac{1}{6}$, des indigoblauen $\frac{1}{9}$, des violblauen $\frac{1}{9}$. Theilt man die Peripherie eines Kreises nach Verhältniß dieser Räume ein, so kommen für das Rothe 45, für das Orangegelbe 27, für das Hellgelbe 48, für das Grüne 60, für das Hellblaue 60, für das Indigoblau 40, und für das Violblau 80 Grade dieser Peripherie.

§. 576. Wenn man die durch das erstere Prisma P hindurch gehenden gefärbten Strahlen (Fig. 108.) etwa in der Entfernung von einem Fuß durch ein zweites

zweytes dreyseitiges Prisma AB, dessen Achse vertical gestellt ist, gehen läßt, so erscheint das Farbensbild auf der Wand mit denselben Dimensionen und in seiner Farbenreihe dem erstern ähnlich, aber in einer geneigten Stellung MN.

§. 577. Wenn man in dem Versuche (Fig. 107.) durchsichtige Gläser, die gleichförmig roth, oder grün, oder blau gefärbt, und auf beiden Flächen eben sind, hinter das Prisma in der Entfernung von einem Fuß in die aus demselben fahrenden gefärbten Strahlen hält, so läßt jedes Glas nur diejenigen gefärbten Strahlen durch, die es im gebrochenen Lichte zeigt, und die durchgehenden Strahlen bilden auf der Wand einen einzigen, gleichförmig gefärbten Kreis, dessen Durchmesser die Breite des Farbenbildes hat.

§. 578. Man lasse einzelne gefärbte Strahlen, die aus dem ersten Prisma SVT (Fig. 109) herauskommen, in einer hinlänglichen Entfernung durch eine kleine Oeffnung X eines vertical gestellten Brettes PQ gehen, und, um die darüber oder darunter befindlichen anders gefärbten Strahlen desto besser abzusondern, sie noch einmal durch die eben so große Oeffnung eines andern Brettes pq treten, das mit dem erstern parallel und etwa 10 bis 12 Fuß davon gestellt ist. Die durchgehenden Strahlen fange man mit einem zweyten Prisma stv auf, so wird der einfach gefärbte Strahl auf der Wand Yy, nach diesem zweyten Brechen in der Farbe ungeändert erscheinen, und ein kreisrundes Bild auf der Wand machen. Durch sanfte Umdrehung des erstern Prisma's SVT kann man nach und nach alle einfach gefärbten Strah-

Strahlen des siebenfachen Farbenbildes durch das Loch in X bringen. Wenn sie nun so alle einzeln nach und nach unter einerley Einfallswinkel auf das zweyte Prisma stv gebracht worden sind, so wird man wahrnehmen, daß der rothe Strahl auf der Wand Yy am niedrigsten nach Z zu, der orangefarbene etwas höher, der gelbe noch etwas höher, und so immer fort, nach der Reihe der Farben im Farbenbilde von unten auf zu liegen kommen. Der rothe Strahl wird also weniger gebrochen, als der grüne, dieser weniger als der blaue, und der violette am stärksten. Die verschiedentlichen Strahlen des siebenfachen farbigen Lichts in dem Farbenbilde des Prismas haben also ein verschiedenes Brechungsverhältniß in einerley brechenden Mitteln.

Wenn wir den gemeinschaftlichen Einfallssinus bey dem verschiedentlich gefärbten Strahlen des Farbenbildes $= 1$ setzen, so ist der Brechungssinus, wenn das Licht aus einem und demselben Glase in die Luft tritt, in dem Lichte des Farbenbildes:

für die rothen Strahlen von der untersten Gränze des Farbenbildes bis zur Gränze des Orangegelben $= 1,54$ bis $1,5425$;

für die orangefarbenen bis zur Gränze des Hellgelben $= 1,5425$ bis $1,544$;

für die hellgelben bis zur Gränze des Grün $= 1,544$ bis $1,54667$;

für die grünen bis zur Gränze des Hellblauen $= 1,54667$ bis $1,55$;

für die hellblauen bis zur Gränze des Indigoblau $= 1,55$ bis $1,55333$;

für die indigoblauen bis zur Gränze des Violetten $= 1,55333$ bis $1,55555$;

für die violetten bis zur obersten Gränze des Farbenbildes $= 1,55555$ bis $1,56$.

Die größte Brechbarkeit des violblauen und die kleinste des rothen Strahls ist also gegen einander wie $1,56 : 1,54 = 78 : 77$.

§. 579. Man lasse auf ein rechtwinkliges Prisma IKL (Fig. 110.) im finstern Zimmer ein Bündel Sonnenstrahlen so fallen, daß es auf die Fläche IK des Prisma fast perpendicular zu stehen kömmt, so wird es durch diese Fläche ungebrochen durchgehen, aber beym Austritt aus dieser Fläche IL in M gebrochen werden, und ein Farbenbild QRS auf der verticalen Wand NN machen. Man drehe nun das Prisma IKL von I nach K allmählich um seine Achse, während man noch ein anderes Prisma in VTX gestellt hat, dessen zwey breitere Flächen einen Winkel von etwa 55 Grad mit einander machen. So wie jetzt durch die Umdrehung des Prisma IKL der Strahl gegen die Fläche IL unter einem Winkel von 50 Gr. zu fallen anfängt, so wird, wie schon oben (§. 559. Anm.) bemerkt worden ist, ein Theil des Lichts durch M nicht mehr hindurchgehen, sondern die Brechung wird sich in Zurückstrahlung verwandeln, und es wird endlich alles Licht reflectirt werden, so wie der Winkel kleiner wird. Bey dieser allmählichen Abnahme des Winkels durch die Umdrehung des Prisma fängt nun ein Theil Licht an, nach O zu reflectirt zu werden; wird es nun hier von einem andern Prisma gebrochen, so bildet sich auf der Wand PQ ein Farbenbild, und zwar zuerst ein violett blaues in q, hernach auch noch das andere Blau daneben, dann ein grünes in r, u. s. w. fort, bis zuletzt auch das Roth in s dazu kömmt, so wie man fortfährt, das Prisma IKL allmählich von I nach K umzudrehen. So wie aber die blau gefärbten Strahlen in q zum Vorschein kommen, so fangen sie an, dem ersten Bilde in Q zu mangeln; und die Farbe, die in Q zuerst verschwindet, erscheint zuerst

in

in q, u. s. f. Ein Beweis, daß unter den angeführten Umständen die blauen Strahlen eher reflectirt werden, als die grünen, diese eher als die rothen, oder daß die brechbarsten Strahlen auch am leichtesten in M reflectirt werden.

§. 580. Man lasse einen Strahlencylinder durch eine runde Oeffnung in das finstere Zimmer in horizontaler Richtung treten; man lasse ihn in der Entfernung von 10 bis 12 Fuß von der Oeffnung auf eine vertical stehende erhabene Glaslinse LL (Fig. 111.), deren Brennweite 4 bis 5 Fuß beträgt, fallen, und die durchgehenden Strahlen nun durch das nahe dahinter gestellte Prisma CD brechen. Wenn man nun das Farbenbild ef in der Brennweite der Linse auffängt, so sieht man es länglicht und schmal, und die Farben viel deutlicher, als ohne die Linse LL geschehen würde. Der Strahlencylinder würde ohne die Linse und ohne das Prisma auf der Wand den weiß leuchtenden Kreis abcd bilden; durch die Linse allein, ohne das Prisma, würden die Strahlen zu convergirenden werden, und also einen kleinen Kreis machen, dessen Centrum mit dem des vorigen einerley bliebe. Durch das Prisma wird der convergirende Strahlenkegel des weißen Lichts in so viele kleinere gespalten, als verschiedene Arten des Lichts von verschiedener Brechbarkeit, (das sind eigentlich unzählige,) in dem weißen Licht enthalten sind; und es zeigen sich auf der Wand die Durchschnitte dieser einzelnen Regel des verschiedentlich gefärbten Lichts, worin folglich nun jede Art der Farbe in einen kleinern Kreis verengert ist. Weil ferner die Mittelpuncte dieser kleinen Kreise verhältnißmäßig eben so weit von einander abstehen, als die der größern in einander fließenden des Farben-

bil

Bildes EF, das ohne die Linse LL erhalten werden kann, so erscheint die Farbe lebhafter und reiner, als die Farbe der einzelnen Streifen im gewöhnlichen Farbenbilde EF. Indessen muß man nicht erwarten, daß in diesem Falle die Kreise wirklich von einander getrennt und abge sondert gesehen werden.

§. 581. Wenn man im finstern Zimmer die aus dem Prisma fahrenden gefärbten Strahlen alle durch eine converge Linse auffängt, so hat man im Brennpuncte derselben wieder das weiße, helle und runde Bild der Sonne, das man mit einem weißen Papier auffangen kann. Hält man dies näher nach der Linse zu, so erscheint das vorige gefärbte Bild wieder, nur mehr verengert, und in der vorigen Ordnung der Farben. Fängt man aber die Strahlen in einer größern Entfernung, als die Brennweite beträgt, dadurch auf, so ist auch das gefärbte Bild wieder da; aber die Farben liegen in umgekehrter Ordnung, wegen der Durchkreuzung der Strahlen im Brennpuncte, und das Bild ist desto größer, je weiter man das Papier entfernt.

§. 582. Wenn man einzelne Bündel der sieben gefärbten Lichtstrahlen nach §. 578. durch eine converge Linse auffängt, so ist das Bild davon im Brennpunct der Linse eckelrund, und hat dieselbe Farbe, als das darauf fallende gefärbte Licht. Die Brennweite der rothen Strahlen ist aber länger, als die der übrigen; die der blauen Strahlen am kürzesten, nach Verhältniß ihrer verschiedenen Brechbarkeit. (s. 578. Anm.).

§. 583. Wenn man den durch eine runde Oeffnung in ein finsternes Zimmer fallenden Strahlen-

lin

linder in horizontaler Richtung mit einem gläsernem Regal auffängt, dergestalt daß die Spitze des Regels den Strahlen zugekehrt ist, so zeigt sich auf der dahinter stehenden verticalen Wand ein schöner Kreis von den sieben Farben des Prisma, dessen Durchmesser immer größer wird, je weiter man die Wand vom Regal entfernt, so wie dann auch die Breite der farbigen Flächen zunimmt. Die rothe Farbe liegt nach Innen, die violette nach Außen. Hält man die Grundfläche des Regels gegen den einfallenden Strahl, so zeigt sich diese Erscheinung nicht.

Es sey (Fig. 112.) ABC ein gläserner Regal im Durchschnitte, auf welchen der Strahlenkegelsylinder DdEe fällt. Der Strahl SA, der auf des Regels Spitze A trifft, geht ungebrochen durch nach I, da er des Regels Achse ist. Die Strahlen, die oberhalb SA liegen, werden nach unten zu, und die unterhalb SA kommen, nach oben zu durch den Regal gebrochen. Es wird nemlich der Strahl Dd erst in d dem Einfallslothe ih zugelenkt, und beim Ausgang auf der Grundfläche BC vom Einfallslothe mn abgelenkt. Da nun die violetten Strahlen stärker brechbar sind, als die rothen, so wird auch diesemnach das violette Licht mehr als das rothe nach unten zu unter die Achse des Regels abgelenkt werden. Der Strahl Ee, der unterhalb der Achse SA des Regels auffällt, wird in e erst dem Einfallslothe fg zugelenkt, und beim Ausgange aus des Regels Grundfläche BC vom Einfallslothe kl abgelenkt, und weil die violetten Strahlen brauchbarer sind, als die rothen, so kommen die ersten weiter von der Achse des Regels Al hinaufwärts, als die letztern. — So liegen also in dem ganzen bunten Kreise, der sich bildet, die violetten nach außen, die rothen nach innen, und die andern verhältnißm

Wenn hingegen (Fig. 113.)

DSE gegen des Regels Grundfläche kein farbiger Kreis. Der mittlere gebrochen durch die Spitze des Regals. Der Strahl D steht auf der BC senkrecht; er geht also un- da er aber auf der Fläche BA so sel- Ausgang aus dieser Fläche in f i- sungsstus größer werden würde.

aus, so verwandelt sich die Brechung in Zurückstrahlung (§. 559. Anm.); er geht also nach der Fläche CA zu, wo er ungebrochen durchgehen muß, da er senkrecht oder nahe senkrecht darauf ist. So ist es mit allen über und unter der Achse SA auf die Fläche BC senkrecht fallenden Strahlen.

§. 584. Aus der verschiedenen Brechbarkeit der einfachen Lichtstrahlen (§. 575. 578. 582.) folgt auch, daß in den verschiedentlichen Linsen die einfachen Strahlen des weißen Lichtes, die von einerley Punkte kommen, nach den Brechungen nicht in einerley Vereinigungspuncte zusammenlaufen, sondern daß es vielmehr für jedes einfache Licht einen eigenen Vereinigungspunct gebe; daß sie folglich auch so viele Bilder machen, als einfache Arten des Lichtes in dem weißen enthalten sind. Es decken sich zwar diese verschiedene Bilder größtentheils, doch nicht vollkommen, und daher sieht man den violetten und blauen Rand um die Bilder, die durch erhabene Linsen in dioptrischen Werkzeugen gebildet werden. Es folgt hieraus eine andere Art von Unvollkommenheit (§. 564.) der dioptrischen Werkzeuge, welche man die Abweichung der Strahlen wegen der Farben (*aberratio ob diversam refrangibilitatem*) nennt.

§. 585. Die Absonderung der gefärbten Strahlen aus weißem Licht geschieht nicht allein durch Glas, sondern durch jeden durchsichtigen Körper, dessen Flächen brechende Winkel bilden. Nicht allein das Sonnenlicht, sondern jedes andere Licht brennender Körper erleidet im Prisma die erwähnte Brechbarkeit und Absonderung in einfache Farben.

§. 586. Aus diesen bisher vorgetragener Erfahrungssätzen (§§. 573 — 585.) folgt nun nach Newton,

ron, daß das weiße Licht aus verschiedenen Gattungen des einfachen Lichts vermischt bestehe, die eine verschiedene Brechbarkeit (refrangibilitas) besitzen, deren Verhältniß im §. 578. angegeben worden ist; und die eben aus dieser Ursach, wenn sie in der Vermischung, als weißes Licht, gleichen Einfallswinkel in der brechenden Fläche hatten, nicht gleichen Brechungswinkel haben können, folglich nun von einander abgesondert werden müssen, und die ihnen eigenthümliche Farbe zeigen. Von dieser Verschiedenheit der Brechbarkeit der verschiedenen Gattungen des farbigen Lichts, die zusammen das Weiße ausmachen, rührt es nun her, daß das Farbenbild (§. 575.) länglich wird. Denn, wenn man gleich gewöhnlich nur die erwähnten sieben Gattungen des farbigen Lichts annimmt, so giebt es doch eigentlich in jeder Art unzählige Verschiedenheiten der Brechbarkeit, die zwischen der größten und kleinsten Brechbarkeit inne liegen. Wenn wir also erst auf diejenigen der sieben Gattungen des farbigen Lichts Rücksicht nehmen, die die größte Brechbarkeit besitzen, nemlich die äußersten violetten, so würden sie in der angeführten Erfahrung für sich allein ein Kreisrunds des Bild der Sonne auf der weißen Wand machen müssen, wenn das Prisma die gehörige Stellung hat. Kommen nun hiezu noch die zunächst darauf folgenden minder brechbaren violetten, so würden auch diese einen violetten Kreis bilden, der das Bild der Sonne ist, dessen Mittelpunkt aber mit dem des vorigen nahe zusammenfällt. So geht es nun fort, durch alle unzählige Gattungen des violetten Lichts bis zu den am meisten brechbaren Gattungen der indigoblauen Strahlen, und so weiter bis herab zu den

den am wenigsten brechbaren rothen. Es entstehen also lauter in einander fließende Kreise der unzähligen verschiedenen Arten des farbigen Lichts, wovon wir freylich nur sieben verschiedene Gattungen des Lichts, nach der Beschränktheit unserer subjectiven Einrichtung unterscheiden können, bey dem wir aber doch wahrnehmen, daß keine scharfe Gränzlinie diese sieben verschiedene Gattungen von einander absondert. So wird es nun einleuchtend, warum das Farbenbild zur Seite durch parallele gerade Linien oben und unten aber durch Zirkelbogen begrenzt ist. Die länglichte Gestalt des Farbenbildes ist also bloß Folge der verschiedenen Brechbarkeit, und die Erfahrung im §. 576. bestätigt es vollkommen. Denn wenn sie nur von der bloßen Distraction des Lichts herrührte, so müßte die zweyte Brechung (Fig. 108.) es nachher auch in der Breite ausdehnen, und dann müßte das neue Farbenbild die Figur des Quadrats Mm Nn haben, was nicht ist. Die Erfahrungen des §. 577 — 580. 582. und 583. setzen es endlich außer allen Zweifel, daß in dem weißen Lichte verschiedene Gattungen farbigen Lichts enthalten sind, die eine verschiedene Brechbarkeit besitzen; und der Versuch im §. 578. beweist nun noch insbesondere, daß die verschiedenen einzelnen Gattungen des farbigen Lichts die ihm zukommende Brechbarkeit eigenthümlich haben, und daß ihre Farbe unveränderlich und von ihnen unzertrennlich ist. Die Entdeckungen dieser Thatfachen durch die angeführten analytischen Untersuchungen bestätigte Newton durch synthetische Versuche, dergleichen der §. 581. enthält; und verschaffte so seiner unsterblichen Theorie denjenigen Grad von Evidenz, der bey

Gegenständen der Erfahrung nur zu erreichen möglich ist.

Newtons oben (§. 574.) angeführtes Werk; imgl. dessen *Lectiones opticae*, in seinen *Opuscul. mathematic., philosoph. et philolog.* T. II. *Lausannae et Genev.* 1746. 4. S. 73. ff.

§. 587. Ohgeachtet also zwar eigentlich unzählige Gattungen des verschiedentlich brechbaren gefärbten Lichts in dem weißen Lichte enthalten sind, so können wir doch, weil wir sieben Gattungen daran unterscheiden, nemlich Roth, Orangegeß, Hellgeß, Grün, Hellblau, Indigoblau und Violett, diese mit Recht als sieben verschiedene Gattungen des einfachen Lichts ansehen, wobei wir aber in jeder Gattung allmähliche Abstufungen von den am mehresten, bis zu den am wenigsten brechbaren dieser Gattung annehmen müssen.

§. 588. Da die einzelnen Strahlen dieser sieben Gattungen des Lichts durch wiederholte Brechungen, oder Zurückstrahlungen (§. 578.) nicht in der Farbe geändert, und in Licht von andern Farben zerstreuet oder zertheilt werden, so müssen wir sie für einfach anerkennen. Solches Licht, dessen Farbe durchs Brechen nicht weiter veränderlich ist, heißt *homogenes Licht*, und solches, das durchs Brechen verschiedentlich gefärbte Strahlen zeigt, *heterogenes Licht*. Dieses heterogene Licht kann dem homogenen Lichte in der Farbe ähnlich seyn, aber die damit veranstaltete Brechung durch ein Prisma zeigt die Zusammensetzung im erstern, und die Einfachheit im letztern bald. Solche Täuschungen haben mehrere vergebliche Widersprüche gegen Newtons Theorie veranlaßt. Die Versuche, welche Hr. Wünsch
neue

neulich mitgetheilt hat, verdienen indessen die Aufmerksamkeit der Physiker und die genaue Wiederholung um so mehr, da sie Newtons Farbenlehre nur einfacher machen, nicht aber seiner Theorie von der verschiedenen Brechbarkeit des Lichts widersprechen. Nach Hrn. Wünsch sind nemlich nur drey Gattungen des farbigen Lichts im Farbenbilde einfach, nemlich Roth, Grün und Violett, hingegen das Orangegelbe, Gelbe, Hellblaue und Indigoblau zusammengesetzt: das Orangegelbe aus dem lebhaftesten rothen und dem schwachen grünen Licht, das Gelbe aus dem lebhaftesten rothen und dem lebhaftesten grünen, das Hellblaue aus dem gesättigten grünen und dem gesättigten violetten, und das Indigoblau aus dem schwachen grünen und dem gesättigten violetten Licht.

Versuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts, angestellt und beschrieben von Christ. Ernst Wünsch. Leipz. 1792. 8.

Man hat insbesondere gezeifelt, ob die grüne Farbe des Farbenbildes von homogenem Lichte herrühre, oder einfach sey, da man auch durch Vermischung des blauen und gelben Lichts ein grünes Farbenbild erhalten könne. Es fallen z. B. (Fig. 114.) in einem finstern Zimmer auf die beiden über einander stehenden Prismen G und g zwey verschiedene Strahlencylinder des weißen Lichts S und s, und zwar sey bey dem einen Prisma G der brechende Winkel oben, bey dem andern unten. In den aus dem Prisma G fahrenden abgeforderten farbigen Strahlen liegt aus leicht zu erachtenden Ursachen der rothe Strahl oben, der violette unten; im untern Prisma g ist es umgekehrt. Man lasse einzelne gefärbte Strahlen dieser beiden Prismen durch die beiden Oeffnungen C und D von etwa 2 Zoll Durchmesser in dem verticalen Brett AB, das in hinlänglicher Entfernung von den Prismen gestellt wird, gehen, und bey ihrer Vereinigung auf die bewegliche Wand EC in F auffallen. Durch sanfte Umdrehung der Prismen um ihre Achse kann man so nach und nach alle Arten des homogenen Lichts mit einander zusammenfallen lassen. Man wird wahrnehmen, daß aus dem gelben

Licht des einen, und dem blauen des andern Prisma ein grünes Farbenbild hervorgebracht wird. Allein wenn man dieses heteroene Grün mit einem andern Prisma betrachtet, so findet man es in seinen Grundfarben wieder aufgelöst, welches bey dem homogenen Farbenbilde dieser Art nicht geschiehet.

So behaupteten auch Mariotte und Bizzetti, durch ähnliche Täuschungen verleitet, daß das homogene grüne Licht des Prisma durch wiederholtes Brechen geändert werde. Es sind nemlich bey der Anstellung dieser Versuche genaue Vorsichtsregeln nöthig, deren Vernachlässigung leicht eine Quelle zu Fehlschlüssen und Irrthümern werden kann. Wenn nemlich das Zinnmer nicht durchaus verfinstert ist, und von irgendwoher zusammengesetztes Licht mit durchs Prisma gehen kann, so kann es freylich geschehen, daß das Farbenbild des einfachen Lichts noch anders gefärbte Ränder hat.

§. 589. Die Ursache der Verschiedenheit der Brechbarkeit der unterschiedenen Gattungen des einfachen Lichtes liegt nun wol ohne Zweifel in der verschiedenen Geschwindigkeit derselben, welche aus der ungleichen Anziehung des brechenden Körpers gegen diese Gattungen des einfachen Lichts entspringt, und läßt sich aus dem, was oben (§. 559. Anm.) von der Ursach der Brechbarkeit überhaupt angeführt ist, erklären. Die Ursach aber, warum diese oder jene Gattung des Lichts im Auge diejenige Empfindung bewirke, mit der die Vorstellung dieser oder jener Lichtfarbe verknüpft ist, macht keinen Gegenstand unserer Erfahrungskennntniß aus, und also läßt sich auch davon nichts weiter sagen.

§. 590. Wir können nun aus dem bisher Vorgetragenen Anwendungen zur Erklärung der Farben (colores) machen, welche die Körper zeigen. Wenn das Sonnenlicht nur aus einerley Gattungen des homogenen Lichtes bestünde, so würde nur einerley Farbe in der Welt seyn. Die

Vers

Verschiedenheit der Farben, welche die leuchtenden oder erleuchteten Körper zeigen, rührt folglich daher, daß sie Strahlen einer gewissen Art ausströmen oder zurückwerfen, deren jede in unsern Augen besondere Empfindungen hervorbringen, mit welchen die Vorstellung der verschiedenen Farben verknüpft ist.

§. 591. Die weiße Farbe entsteht also, wenn ein Körper die weißen Lichtstrahlen unzerlegt in unser Auge schickt, und sie ist also eine Vermischung aller Grundfarben im gehörigen Verhältniß; ein Körper erscheint roth, orange, grün, u. s. w., wenn er nur rothes, orangefarbenes, grünes Licht auf unser Auge sendet. Schwarz ist die Abwesenheit alles Lichts, und aller Farben, und das absolute Schwarz entsteht, wenn ein Körper gar kein Licht in unser Auge sendet.

Versuch: Eine Scheibe, die nach dem oben (§. 475.) angeführten Verhältniß der Größe der einfachen Farbenbilder des Prisma in sieben Sektoren getheilt ist, die mit den in der Farbe correspondirenden Pigmenten bemahlt worden sind, erscheint bey einem schnellen Umlauf weiß.

Ein anderes Verhältniß der Farben gegen einander giebt bey dem schnellen Umdrehen der Scheibe eigene Farben.

§. 592. Körper von allerley Farben, durch gefärbte durchsichtige Gläser allerley Art betrachtet, erscheinen dem Auge nur von derjenigen Farbe, welche das Licht hat, das das Glas durchläßt, oder welche das Glas im gebrochenen Lichte zeigt. Die Fehlschlüsse, zu welchen sich gegen diesen Satz Hr. Monge durch optische Täuschungen verleiten ließ, hat Hr. Le Gentil gut gezeigt.

Monge über einige Phänomene des Sehens, in *Grena Journ. der Phys.* B. II. S. 142.; über die Farbe, wel-

welche roth und gelb gefärbte Gegenstände zeigen, wenn man sie durch rothe oder gelbe Gläser betrachtet, von Hrn. Le Gentil, in Grens Journ. der Phys. B. VI. S. 165.

§. 593. Erleuchtete Körper durchs Prisma betrachtet, zeigen an ihren Rändern, wo Helligkeit und Dunkelheit, Licht und Schatten, mehrere oder schwächere Erleuchtung, an einander gränzen, farbige Räume. Hr. von Goethe hat die mannigfaltigen Abwechselungen der Phänomene, die hierbey stattfinden, gesammelt, und beschrieben; hier genügt es, nur einige der hauptsächlichsten Erscheinungen dieser Art anzuführen, da sich die übrigen alle darauf beziehen.

1) Weiße, einfärbige, und schwarze Flächen, wenn sie durchaus gleichförmig und einfärbig sind, zeigen durchs Prisma keine Farben; aber diese zeigen sich an allen Rändern.

2) Ein weißer Streifen auf schwarzem Grunde erscheint, wenn der brechende Winkel des Prismas, nach unten zugekehrt, und der Streifen der Länge nach vor dem Auge ist; oben mit einem rothen und gelben, und unten mit einem hellblauen und violetten Saume; die beiden letzteren strahlen ins Schwarze hinein.

3) Wenn der weiße Streifen nicht zu breit ist, und der Quere nach vor dem Prisma, oder parallel mit der Achse desselben steht, so erscheint er mit einem rothen, gelben, hellblauen und violetten Streifen ganz bedeckt, und wenn er weit genug vom Prisma entfernt ist, so ist auch noch ein grüner Streifen in der Mitte zwischen dem gelben und hellblauen,

blauen, oder der gelbe Streifen wird ganz zu einem grünen.

4) Wenn ein schwarzer Streifen auf einem weißen Grunde durch ein Prisma so betrachtet wird, daß der brechende Winkel des Prismas nach unten zu gerichtet ist, so zeigen sich die vorigen Erscheinungen umgekehrt. Es ist nemlich der schwarze Streifen oben mit einem hellblauen und violetten, und unten mit einem gelben und rothen Saume umgeben. Die letztern strahlen in die weiße Gränze hinein.

5) Wird dieser schwarze Streifen auf weißem Grunde parallel mit der Achse des Prismas gelegt, so erscheint er, durchs Prisma betrachtet, mit farbigen Streifen ganz bedeckt, nemlich mit einem hellblauen, violetten, rothen, und gelben. Ist er hinlänglich weit vom Prisma entfernt, so wird die hochrothe Farbe pfirsichbläthroth.

6) Wenn der brechende Winkel des Prismas, durch den man sieht, nach oben zu gerichtet ist, so werden sich alle vorgenannte Phänomene (1 — 5) umgekehrt zeigen, so daß z. B. im erstern Fall der weiße Streifen auf schwarzem Grunde oben mit einem violetten und hellblauen, und unten mit einem gelben und rothen Saum umgeben ist, u. s. w.

Die Erklärung dieser und ähnlicher Phänomene folgt aus den bisherigen Sätzen der Newtonischen Theorie des Lichts und der Farben leicht, wie ich anderswo gezeigt habe.

J. W. von Goethe Beiträge zur Optik. Weimar. H. 8. Erstes Stück 1791. Zweytes St. 1792.

In Ansehung der umständlichen Erklärung dieser Phänomene, die an sich leicht ist, wosbey man aber viel Worte machen muß, wenn man sie Anfängern deutlich genug vortragen will, verweise ich auf einen Aufsatz von mir: Einige Bemerkungen über Zn.

von

von Göthens Beiträge zur Optik; im Journal der Phys. B. VII. S. 3. ff.

§. 594. Sonst beweisen diese Erfahrungen über die farbigen Ränder, mit denen die Körper umgeben erscheinen, wenn man sie durchs Prisma betrachtet, daß nicht nur das Licht leuchtender Körper, sondern auch das, durch welches uns die erleuchteten sichtbar sind, aus verschiedenen Arten des homogenen Lichtes zusammengesetzt sey, und daß auch diejenigen Körper, die dem bloßen Auge von einer bestimmten Farbe erscheinen, doch noch außer dem Lichte, von dieser bestimmten Farbe mehr oder weniger weißes Licht zugleich ausströmen.

§. 595. Die unzählige Verschiedenheit der Farben, die wir an den mannigfaltigen Körpern der Natur wahrnehmen, rührt daher, daß dieselben nicht bloß eine Art von einfachem Licht, sondern mehrere Arten, die in unzähligen Verhältnissen mit einander verbunden seyn können, in das Auge schickt. So entstehen alsdann die vermischten, oder zusammengesetzten Farben, und vielleicht ist kein Körper in der Natur, der nur homogenes Licht einer einzigen Art zurückstrahlt.

§. 596. Um zu erklären, wie es zugeht, daß ein Körper eine gewisse Farbe zeigt, müssen wir freylich annehmen, daß die verschiedentlichen Materien in der Natur eine Kraft haben, gewisse Gattungen des homogenen Lichts mehr zu binden, zu fixiren, und ihre Expansivkraft unthätig zu machen, als andere Gattungen, wodurch dann diese letztern nur allein wieder zurückzustrahlen vermögend sind, und durch die mannigfaltigen Verhältnisse, in denen sie vermischt seyn

seyn können, die Mannigfaltigkeit der Farben und ihre Nuancen hervorbringen. So würde also z. B. ein Körper grün aussehen, wenn er entweder nur das grüne Licht, das im Weißen enthalten ist, zurückstrahlte, alle andere Gattungen aber, woraus das letztere besteht, einsaugte und figirte; oder auch, wenn er gelbes und violettes Licht zugleich reflectirte, die übrigen Gattungen des homogenen Lichts hingenommen bände. Schwarz wäre der Körper, der alle Gattungen des Lichts einsaugte; weiß, der alle Gattungen des weißen Lichts reflectirte.

Daraus, daß wir nicht wissen, wo alles das andere Licht bleibe, das die Körper figiren und einsaugen, läßt sich kein gegründeter Einwurf gegen die Farbentheorie nehmen. Auch berechnet man dabei die Masse des Lichts zu groß. Wir wissen übrigens, daß das gebundene Licht den Brennstoff constituiren hilft, und daß es auch einen Bestandtheil der electrischen Materie ausmacht, die in allen Körpern zugegen ist.

§. 597. Wenn ein Körper durch die Theilchen auf seiner Oberfläche das von ihm zurückstrahlende heterogene Licht zu gleicher Zeit auch bricht, so erscheint er in verschiedenen Stellungen gegen das Auge von verschiedenen Farben.

Hierher gehört der Schillertaffent, die schillernen Vapillions, die Federn am Halse der Tauben, die Pfauen- und Papagenenfedern. Alle Körper zeigen überhaupt, wenn man ihre Fläche im Sonnenscheine genau betrachtet, bunte Farben, selbst die polirten Metalle nicht ausgenommen.

§. 598. Wenn ein durchsichtiger Körper andere Strahlen reflectirt, als er durchläßt, so erscheint er auch beim reflectirten Lichte anders, als beim gebrochenen.

Die Tinctur des Griesholzes (*Tinctura ligni nephritici*) steht hinter dem Lichte blaugelb, vor dem Lichte gelbroth

roth aus. — Die Luft der Atmosphäre läßt zwar das mehreste weiße Licht hindurch, reflectirt aber doch auch ungleich blaues Licht, und sieht eben deswegen in diesem reflectirten Lichte blau aus.

§. 599. Wenn mit der Veränderung der Mischung eines Körpers auch die Anziehung seiner Theilchen gegen gewisse Gattungen des Lichts geändert wird, so muß auch wol seine Farbe geändert werden. Man sieht indessen leicht, daß dies nicht Erklärung des Phänomens ist, die hier auch nicht zu geben ist.

Hierauf gründen sich unzählige Farbenveränderungen, welche die Chemie hervorbringen kan: 1. R.

Die klare und ungefärbte Auflösung des Eisenvitriols im Wasser, wird durch wenig Galläpfeltinctur violett, durch mehrere davon schwarz. Die Farbe verschwindet durch zugesetzte Säure.

Eben diese Auflösung wird durch Blutlaugé sogleich schön blau.

Die Auflösung des Kupfervitriols im Wasser wird durch flüchtiges Laugensalz sogleich schön blau, durch feuerbeständiges grün.

Blaue Lackmustinctur wird durch Säure sogleich rubinroth; durch Laugensalze wieder blau. Weinsyrup, durch die erstere carmoisin, durch letztere grün.

Die klare und ungefärbte Auflösung der Goldsolution im Wasser wird durch ungefärbte Zinnsolution schön purpur.

Die ungefärbte Auflösung des ägenden Quecksilbersublimats wird durch Weinstein-salz orangefarben, durch flüchtiges Laugensalz weiß.

Rauchender Salpetergeist von einer dunkelgelben Farbe wird durch Wasser erst grün, dann blau, dann ungefärbt.

Rothe Fernambuctinctur wird durch Laugensalze sogleich violett, durch Säure hochroth.

Gelbe Curcumatinctur wird durch Laugensalze sogleich braun.

Ferner gehören hieher die verschiedenen sympathetischen Tincten, die schon oben bei den Metallen einzeln erwähnt sind; das mineralische Chamäleon (§. 425. Anm.), u. d. gl.

§. 600.

§. 600. Die Durchsichtigkeit der Körper hängt von der Lage ihrer kleinsten Theilchen und Zwischenräume ab. Ein Körper ist durchsichtig, wenn seine kleinsten Theilchen die Lichtstrahlen nicht sehr verschieden brechen, widrigenfalls entsteht die Undurchsichtigkeit.

Wasser in Schaum verwandelt, wird undurchsichtig.

Geschmolzenes Wachs und Talg werden durchsichtig.

Viele Glasaufen über einander gelegt, sind wenig durchsichtig, werden aber durch dazwischen gegossenes Wasser durchsichtig.

Klares Glas wird durchs Berstößen zu einem Pulver undurchsichtig.

Papier mit Oehl getränkt wird durchsichtiger.

Undurchsichtige metallische Kalke und Erden werden durchs Schmelzen durchsichtiger.

Der Hydrophan und Pyrophan.

Beugung des Lichts.

§. 601. Außer der Reflexion, Refraction und verschiedenen Brechbarkeit des Lichts hat man noch eine andere Eigenschaft desselben wahrgenommen, die man die Beugung (inflexio, diffractio lucis) nennt. Grimaldi hat zuerst davon geredet, Newton aber hat das Phänomen näher bestimmt, doch; aber auch die Untersuchung darüber nicht vollendet. Als er einem dünnen Sonnenstrahle, der im finstern Zimmer durch die feine Oeffnung ging, deren Durchmesser etwa $\frac{1}{3}$ eines Zolles betrug, einen dünnen opaken Körper, z. B. ein Haar, oder feines Drath entgegen hielt, so fand er den auf einem weißen Papier davon geworfenen Schatten breiter, als er bey dem geraden Fortgange des Lichts hätte seyn können, und zu gleicher Zeit an jeder Seite des Schattens drey gefärbte parallele Säume, wovon der, welcher den Schatten

ten

ten zunächst begränzte, breiter war, als der zweite und von diesem wieder durch einen Schatten getrennt wurde; bey der gehörigen Entfernung des Papiers war der zweite Saum von einem dritten durch einen dazwischen liegenden Schatten zu unterscheiden; bey zu großer Nähe des Papiers flossen die beiden äußersten Säume auf jeder Seite in einander. Noch deutlicher wurden diese Säume, wenn er den Lichtstrahl zwischen zweyen, nur $\frac{1}{200}$ eines Zolles von einander abstehenden, Messerschneiden durchgehen ließ. Das Licht, das in gerader Linie hätte durchgehen sollen, ward zu beiden Seiten abgelenkt, und in zwey Theile getheilt, und ließ zwischen sich einen Schatten, der desto breiter war, je näher er die Schneiden zusammenrückte. Er bemerkte dabey auch auf jeder Seite des Schattens in der Mitte drey farbige Säume, die wieder durch Zwischenschatten von einander getrennt waren. Der Rand des erstern Saums an der Gränze des Schattens war violett, dann bemerkte man eine hellblaue, eine grüne, eine gelbe und eine rothe Farbe, die diesen ersten Saum auf der andern Seite begränzte. Am zweyten, von dem erstern durch einen schmalen und dünnen Schatten getrennten, Saume, war der innere Rand blau, die Mitte gelb, der äußere Rand roth; und so war es auch im dritten schmalsten Saume. — Uebrigens ist das Phänomen selbst noch nicht so untersucht, daß sich davon eine befriedigende Erklärung geben ließe. Von der Reflexion kann es gewiß nicht herrühren.

Physico - mathesis de lumine, coloribus et iride, aliisque adnexis, auct. P. Franc. Mar. Grimaldo. Bonon. 1665. 4. Newton Optice l. III. S. 272. ff.

Das Auge. Das natürliche und durch optische Werkzeuge verstärkte Sehen.

§. 602. Um zu wissen, was es mit dem Sehen der Gegenstände für eine Bewandniß habe, muß man nothwendig einige Kenntniß vom Bau des Auges, und derjenigen Theile desselben haben, die zum klaren und deutlichen Sehen erfordert werden.

§. 603. Die Gestalt des Augapfels (*bulbus oculi*) kömmt der Kugelgestalt sehr nahe, nur daß vorne der durchsichtige Theil weiter hervorragend ist. Sein Längendurchmesser beträgt beym Auge des erwachsenen Menschen etwa $1\frac{1}{2}$ Pariser Linie. Er ist in der, mit Fett häufig versehenen, Augenhöhlung (*orbita*), nach allen Seiten durch sechs Augenmuskeln beweglich, und kann durch die Augenlieder (*palpebrae*) und durch die Augenwimpern (*cilia*) bedeckt, und vor einfallenden Unreinigkeiten und zu starkem Lichte geschützt werden.

§. 604. Der Augapfel besteht aus verschiedenen Häuten (*membranae*), welche zum Theil zusammenhängend sind, zum Theil Höhlungen zwischen sich lassen, die mit den durchsichtigen brechenden Mitteln, die man gewöhnlich die Feuchtigkeiten (*humores*) nennt, ausgefüllt sind. Die äußerste dieser Häute ist fest, zähe, dick, aus mehreren Blättern bestehend, größtentheils undurchsichtig, und umgiebt den ganzen Augapfel. Sie heißt die feste oder harte Haut (*tunica sclerotica*). Je mehr sie sich dem Vordertheile des Augapfels nähert, desto dünner wird sie, und endlich ganz durchsichtig. Dieser durchsichtige Theil der festen Haut, durch die das Licht zum Innern des Auges dringt, heißt die Hornhaut

Haut (*cornea transparents, tuncos cornea*), und ist das Segment einer Kugel, deren Halbmesser kleiner ist, als der des übrigen Augapfels. Er ist daher hervorragend (§. 603.). Seine Ase ist aber mit der Ase des Augapfels gemeinschaftlich. Die Hornhaut ist auf ihrer innern Fläche noch mit einer andern, mit vieler Schnellkraft versehenen Haut, die man die **Desmoursche Membran** nennt, bekleidet.

§. 605. In dem Hintertheile der festen oder harten Haut, zur Seite der Achse des Augapfels, etwas nach der Nase zu, begiebt sich der Augennerv (*nervus opticus*) in den Augapfel. Das innere Blatt seiner festen Hirnhaut (*dura mater*), womit er bekleidet aus der Augenhöhle tritt, hilft entweder die feste Haut des Augapfels bilden, oder hängt wenigstens damit zusammen. Die Gefäßhaut (*pia mater*) des Nerven überzieht inwendig die feste Haut des Augapfels, ist durchaus schwarzbraun und dünne. Der übrige, markige innere Theil des Nerven, gewissermaßen die fortgesetzte Substanz des Gehirns selbst, geht in eine weiße, niedergedrückte, conische Warze aus, und die Substanz des Nerven zur Seite dieser Warze breitet sich selbst zu der innersten Haut des Auges aus, die nachher angeführt werden wird.

§. 606. Unter der harten Haut liegt zunächst an derselben die Gefäßhaut oder Aderhaut (*tunica choroides*). Sie nimmt ihren Anfang von einem weißen, aus Zellgewebe bestehenden Zirkel, der die Substanz des Sehnerven begrenzt. Sie hängt hiermit der festen Haut und diesem weißen Zirkel zusammen,

men, und wird von da an concentrisch innerhalb der festen Haut ausgespannt, mit der sie durch etwas Zellgewebe und durch Gefäße verbunden ist. Sie ist auswendig braun, inwendig fast schwarz. Wenn sie bis an den Ursprung der durchsichtigen Hornhaut gelangt ist, so wird sie daselbst durch vieles Zellgewebe mit der festen Haut vereinigt, in Gestalt eines weißen Reifes, des Ciliarkreises (orbiculus ciliaris), worin noch Fontana's Strahlencanal (canalis ciliaris) zu merken ist. Von diesem Zirkel, durch den die Gefäßhaut mit der festen Haut zusammenhängt, wendet sich ihre innere Lamelle nach dem Innern des Augapfels, und bildet die Strahlenbündchen (ligamenta ciliaria), dicke, schön gefaltene, vasculöse Streifen, die mit einem schwarzen Leime überzogen sind, und die Kapsel der Crystalllinse umgeben.

§. 607. Zwischen der Hornhaut und den Strahlenfasern steigt die Regenbogenhaut (Iris) aus dem Ciliarkreise als eine Fortsetzung der Aderhaut ebenfalls herab. Sie zeigt auf ihrer vordern Seite bunte geschlängelte Streifen, die vom Umkreise herabsteigen, und diese vordere Fläche nennt man insbesondere die Regenbogenhaut (Iris). Auf ihrer hintern Seite besteht sie aus geraden Streifen, die mit einem schwarzen Leime überzogen sind. Diese hintere Fläche nennt man auch die Traubenhaut (uvea). In der Mitte dieser undurchsichtigen Haut, die Hr. Edmuring sehr passend die Blendung heißt, befindet sich eine kreisrunde Oeffnung, die Pupille, die Sehe, das Lichtloch, durch welche allein das Licht nach dem Innern des Auges tritt, und welche, auf eine bewundernswürdige Art sich unwillkürlich:

beg

schwachem Lichte erweitert, bey starkem Lichte verengt. Der zarte Rand dieser Oeffnung wird von dem Streifen der hintern Seite der Regenbogenhaut gebildet.

§. 608. Wenn der Augennerve (§. 605.) durch die harte Haut und Aderhaut getreten ist, so breitet sich sein Mark zu einer feinen, zarten, in jüngern Jahren mehr durchsichtigen, im Alter mehr undurchsichtigen Haut, der Netzhaut, oder Markhaut (retina) aus, und legt sich allenthalben an die Aderhaut bis zum größern Kreise der Strahlenfasern an. Diese Netzhaut ist der Sitz der Empfindung, die durch die Vereinigungspuncte der Strahlen, welche zusammen das Bild des Gegenstandes machen, hervorgebracht wird.

§. 609. Die so genannten Feuchtigkeiten des Augapfels (§. 604.), welche zum Brechen der Strahlen bestimmt sind, sind 1) in der Mitte die crystallesne Feuchtigkeit oder die Crystalllinse (humor crystallinus, lens crystallina), die eigentlich nicht sowohl eine Flüssigkeit, als vielmehr ein fester, runder, höchst durchsichtiger, biconvexer Körper ist, dessen hintere Fläche mehr erhaben ist, als die vordere, eigentlich aus mehreren mit feinen Gefäßen versehenen, und durch ein sehr feines Zellgewebe verbundenen, mit einer sehr durchsichtigen wäßrigen Feuchtigkeit ausgefüllten, sphärischen Lamellen besteht. Die innersten Bogen liegen näher auf einander, als die nach dem Rande zu, und machen gewissermaßen einen dichtern Kern der Linse aus. Höchst wahrscheinlich wird dadurch die Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt (§. 566.) compensirt. Die Linse ist in einer
ner

ner sehr durchsichtigen Kapsel (capsula lentis crystallinae) eingeschlossen, doch so, daß der enge Raum zwischen beiden mit einer Feuchtigkeit ausgefüllt ist. Sie ist mit dem Strahlenkörper eingefaßt. Die mittlere Brechung der Linse verhält sich nach Jurin gegen die der Luft, wie 1,46 : 1. Nach ebens demselben beträgt nach einer Mittelzahl der Halbmesser ihrer vordern Krümmung 3,3081 englische Decimallinien, der hintere aber 2,5056; und ihre größte Dicke 1,8525 solcher Linien.

§. 610. Den vordern Theil des Auges zwischen der Hornhaut und der Kapsel der Erystalllinse erfüllt 2) die wässrigte Feuchtigkeit (humor aqueus). Der ganze Raum wird durch die Iris in die vordere (camera anterior) und hintere Kammer (camera posterior) eingetheilt, welche durch die Pupille Gemeinschaft haben. Die wässrigte Feuchtigkeit füllt beide aus, und treibt die Hornhaut in die Höhe. Der Halbmesser dieser Krümmung der Hornhaut beträgt nach Jurin 3,3294 Decimallinien engl. Die wässrigte Feuchtigkeit ist dünnflüssig, durchsichtig und schwachsalzig. Ihre mittlere Brechkraft gegen die Luft ist wie 1,29 : 1.

§. 611. Den größern Theil des Auges hinter der Erystalllinse füllt 3) die Glasfeuchtigkeit (humor vitreus) aus. Sie stellt eine sehr klare und durchsichtige Gallerte vor, und bestehet aus sehr feinen Zellen, in welche die gallertartige Flüssigkeit eingeschlossen ist. Sie hat vorne eine Concavität, wo sie die Erystalllinse berührt, und ist mit einer feinen, durchsichtigen, eigenen Membran eingeschlossen. Ihre mittlere Brechkraft verhält sich gegen die Luft nach Rochon wie 1,33 : 1.

- Zinn descriptio anatomica oculi humani. Goe'tt. 1744. 4.
 Ab. von Hallers Grundriß der Physiologie, a. d. lat.
 mit Anm. von Sommering und Niedel Berl. 1788. 8.
 Cap. XV.

§. 612. Vermitteltst dieses so bewundernswürdige eingerichteten Werkzeugs erhalten wir nun diejenige Empfindung, die wir das Sehen nennen. Die richtige Erklärungsart von der Hervorbringung dieser Empfindung blieb aber lange Zeit unbekannt, und wurde erst von Keplern entdeckt. Die Alten glaubten, daß die Strahlen von dem Auge nach den Gegenständen zu ausgingen, wie Empedocles, Plato, Euclides, und von da wieder nach den Augen zurückgeworfen würden, wie die Stoiker annahmen. Porta entdeckte zuerst die Ähnlichkeit des Auges mit dem verfinsterten Zimmer; er zeigte das durch einen bessern Weg zur Erklärung des Sehens, ob er sich gleich die Sache selbst noch unrichtig vorstellte, da er die Crystalllinse für die Wand hielt, auf welcher sich das Bild des Gegenstandes abbildete, und von jedem sichtbaren Puncte des Gegenstandes nur einen Strahl ins Auge kommen ließ. Erst Kepler gab richtige Begriffe über die Art und Weise der Entstehung des Bildes.

§. 613. Von jedem Puncte eines sichtbaren leuchtenden oder erleuchteten Körpers fahren nach geraden Linien Strahlenkegel aus (§. 522.), deren Grundfläche die vordere Fläche der Hornhaut, und deren Spitze der sichtbare Punct ist. Von diesem Strahlenkegel kann nur derjenige Theil die Empfindung des Sehens des sichtbaren Punctes bewirken, welcher auf die Pupille trifft. Beim Durchgange dieses Strahlenkegels durch die Hornhaut und wasserige

keige Feuchtigkeit vor und hinter der Pupille leidet er die ersten beiden Brechungen; auf der vordern Fläche der Crystalllinse, die wie ein erhabenes Glas wirkt (§. 564.), die dritte und stärkere, und in der gläsernen Feuchtigkeit die vierte Brechung. Die divergirenden Strahlen dieses Strahlenkegels werden dadurch convergirend, und treffen endlich in einem Punct zusammen. Dieser Punct der Wiedervereinigung der Strahlen ist der Ort des Bildes vom Puncte.

Es

sey nach einem Durchse. Von dem Puncte A ußegel aus, der auf die a die Strahlen aus dem is dichtere übergeben, so gebrochen, und dadurch Brechung in frummen end, wenn der Strahlens b, die Divergenz der

Strahlen nicht zu groß ist. Man sieht, daß dadurch auch Strahlen durch die Pupille kommen können, die durch den geraden Fortgang auf die Blindung gekommen seyn würden. Durch die Brechung in der Crystalllinse C und der Glasfeuchtigkeit werden die Strahlen noch stärker convergirend, und vereinigen sich in einem Punct in a, der das Bild von A ist.

§. 614. Die Strahlen jedes Strahlenkegels also, welcher aus jedem Puncte des Körpers ausfährt, und auf die Pupille trifft, vereinigen sich also hinter der Linse, wie im finstern Zimmer, dessen Oeffnung mit einem erhabenen Glase versehen ist; und wenn das Auge die gewöhnliche Einrichtung hat, und das Object nicht zu entfernt oder dem Auge nicht zu nahe ist, so liegt das Bild des Punctes auf der Netzhaut. Von jedem sichtbaren Puncte eines Gegenstandes entsteht natürlicherweise ein Bild auf der Netzhaut, welche alle zusammen, wie im verfinsterten Zim-

mer, ein verkehrt stehendes vom ganzen Objecte machen.

Es sey (Fig. 116.) CAB ein Object, das vor dem Auge steht. Von den Puncten C, A, und B, gehen divergirende Strahlenkegel nach dem Auge, deren Strahlen durch die Brechungen zu convergirenden werden, und sich wieder in einen Punct vereinigen. Sie machen also das verkleinerte und verkehrt stehende Bild bac.

§. 615. Diese Wiedervereinigung der Strahlen eines Strahlenkegels von einem sichtbaren Puncte auf der Netzhaut, oder die Abbildung des Gegenstandes auf derselben, ist nun mit der Empfindung des Sehens begleitet. Wie die Vorstellungen der Seele aber mit diesem Zusammentreffen der Lichtstrahlen zu einem Bilde des Gegenstandes zusammenhängen, dies zu erklären, reichen unsere Erfahrungen nicht hin. Das Bild und die Empfindung des Sehens sind Wirkungen einer einzigen Ursache. Wir können nicht annehmen, daß das Bild als Bild die Empfindung bewirke. Denn dies kann es ja nicht, da es nur Phantom ist; eben so wenig können also auch die Farben, die am Bilde sind, die Empfindung der Farben hervorbringen. Noch weniger wird man glauben, daß die Seele das Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut beschaue, und dadurch Vorstellung davon erhalte, so wie wir etwa in der finstern Kammer das Bild eines abgebildeten Gegenstandes wahrnehmen.

§. 616. Nur die Wiedervereinigung der zu einem Strahlenkegel gehörigen Strahlen in einem Puncte auf der Netzhaut erzeugt das deutliche Sehen dieses Punctes, und in so fern hiedurch sonst ein Bild des Punctes entsteht, können wir annehmen, daß
das

Das Bild die Empfindung mache. Nur die Netzhaut ist für diese Wiedervereinigungspuncte fühlbar, und pflanzt die Empfindung durch den Gesichtsnerven bis zum Gehirne fort. Weiter können wir nun eben so wenig erklären, wie mit dieser Empfindung die Vorstellung des Sehens verknüpft ist, als wie es erklären können, wie der Eindruck auf die Nerven der Zunge und des Gaums den Geschmack, auf die Nerven der Nase den Geruch, oder auf den Gehörnerven das Hören, und die davon abhängenden Urtheile unserer Seele erzeuge. Die Vorstellung der Farben endlich möchte wol aus der verschiedenen Empfindung herrühren, welche die verschiedenen Gattungen der Lichtstrahlen auf der Netzhaut bewirken, und welche sie eben so verschiedentlich rühren, als es verschiedene riechende Ausflüsse bey den Geruchsnetzen thun.

§. 617. Die Frage, warum wir die Gegenstände nicht verkehrt wahrnehmen, da doch das Bild derselben auf der Netzhaut verkehrt liegt, hat in der That keinen vernünftigen Sinn. In der Zeichnung des Bildes (Fig. 116.) beziehen wir freylich dieses auf den Gegenstand, und da steht das Bild gegen diesen allerdings verkehrt. Aber bey der Empfindung des Sehens mehrerer Gegenstände zusammen beziehen wir die Bilder zu den Bildern, und die haben ja gegen einander dasselbige räumliche Verhältniß, als die Objecte; folglich sind sie nicht gegen einander verkehrt. Wenn wir also einen Menschen auf dem Fußboden eines Zimmers stehend wahrnehmen, so bildet er sich so auf der Netzhaut ab, daß seine Füße gegen den zugleich mit abgebildeten Fußboden dieselbe Beziehung haben, als im Objecte. Er wird ja nicht

nicht mit dem Kopfe auf dem Fußboden stehend abgebildet; folglich steht er auch im Bilde nicht verkehrt gegen den Fußboden, und gegen die Decke des Zimmers; sondern das Bild hat dieselbige räumliche Beziehung gegen die Bilder dieser, als das Object. Wenn sich also alles in der Welt in derselbigen räumlichen Verbindung auf der Netzhaut abbildet, worin es natürlich ist, so sehen wir nichts verkehrt.

Das astronomische Fernrohr kann hier gar nichts dagegen, sondern wohl dafür beweisen; weil das dadurch erhaltene Bild gegen das durchs bloße Auge erzeugte eine verkehrte Lage hat.

§. 618. Eben so wenig hat es auch mit der Schwierigkeit zu bedeuten, die einige darin zu finden glaubten, daß wir mit zwey Augen die Gegenstände nur einfach sehen. Denn, wenn gleich von einem Puncte zwey verschiedene Strahlenkegel nach den beiden Augen gehen, so setzen wir doch den Punct nur dahin, wohin die Spitze des verlängerten Lichtkegels treffen muß, und diese Spitze ist ja beiden Strahlenkegeln gemeinschaftlich; daher muß der Punct, auch durch beide Augen gesehen, nur einfach erscheinen. Das Gegentheil geschieht, wenn man den einen Augapfel mit den Fingern zur Seite drückt, wodurch die Spitzen der Lichtkegel von einander gebracht, und also das Object zweyfach empfunden wird.

§. 619. Ueberhaupt kommt es bey dem Urtheil der Seele über das Gesehene auf weit mehrere Umstände an, als bey den Empfindungen durch andere Sinne. Wir verbinden von Jugend auf unvermerkt mit dem Gesicht das Gefühl, und üben uns dadurch, aus dem, was uns das Auge darstellt, Urtheile über die

Die wahren und eigentlichen Lagen, Entfernungen, Größe und Gestalten der Körper zu fassen. Wir erlangen eine Fertigkeit, aus der Verbindung beider Sinne, bey Gegenständen, die wenigstens nahe um uns herum sind, richtig zu urtheilen; aber weil auch dieses Urtheil mit dem Sehen selbst ohne unser Bewußtseyn so innig verbunden ist, so kommt es auch oft, daß wir etwas zu sehen glauben, was wir bloß aus dem Gesehenen schließen; und wir schließen manchmal falsch, ob wir gleich richtig sehen.

Die Geschichte einiger Blindgebohrnen, und am Staar glücklich operirter Personen (s. Cheselden in philos. Transf. no. 402., und in Smith's Lehrbegriff der Optik; ingleichen Lichtenberg's Magazin für die Physik, B. 4. St. 1. S. 21.), kann es beweisen, daß wir von den Entfernungen, Lagen, Größen und Figuren der Gegenstände nicht anders, als erst durch Beyhülfe des Gefühls urtheilen lernen, oder daß wir die Empfindungen des Gesichts mit denen des Gefühls vergleichen müssen, um durch fortgesetzte Erfahrungen in den Stand gesetzt zu werden, aus dem Gesehenen auf ihre Entfernungen, Lage, Figur, u. s. w. zu schließen.

§. 620. Wenn man von den äußersten Enden eines sichtbaren Gegenstandes gerade Linien nach dem Mittelpunct der Pupille des Auges zu ziehet, so heist der Winkel, den sie hier machen, der Sehwinkel oder die scheinbare Größe des Gegenstandes (*angulus opticus, visorius; magnitudo, diameter objecti apparens*). Dieser Sehwinkel wird bey einerley Object natürlicherweise größer, je näher dies dem Auge kömmt, und desto kleiner, je weiter es sich davon entfernt.

§. 621. Unser Urtheil über die Größe der Gegenstände hängt nicht allein von ihrer wahren Größe, sondern auch von diesem Sehwinkel mit ab,

unter welchem wir die Objecte wahrnehmen, und von welchem auch die Größe des Bildes auf der Netzhaut abhängt. Gegenstände von verschiedenen wahren Größen können daher dem Auge unter einerley scheinbarer Größe erscheinen, wenn sie unter einerley Sehewinkel wahrgenommen werden; und umgekehrt können Gegenstände von einerley wahrer Größe unter einer verschiedenen wahrgenommen werden, wenn der Sehewinkel verschiedentlich groß ist.

Sonne und Mond können uns gleich groß erscheinen, ohne geachtet ihre Größe sehr verschieden ist, wenn der Sehewinkel, unter dem wir beide sehen, gleich groß ist.

Der Stundenzeiger einer Taschenuhr scheint uns zu ruhen, weil sich der Sehewinkel in kurzer Zeit nur unmerklich ändert.

Auf einem Kornfelde scheinen uns die Kornähren, welche weiter entfernt sind, dichter zu stehen, als die näheren.

Eine lange Allee scheint uns am Ende spitzig zuzulaufen.

§. 622. Ein bloß erleuchteter Gegenstand kann daher endlich dem Auge unsichtbar werden, wenn der Sehewinkel so klein wird, daß er nicht empfunden werden kann, oder wenn der Bogen desselben bis zu einer Größe von etwa einer Minute abnimmt. Leuchtende Gegenstände können uns hingegen in einer noch viel weitem Entfernung sichtbar bleiben, wobei sie uns aber dann auch ohne bemerkbaren Durchmesser erscheinen müssen, wie die Fixsterne.

§. 623. Sonst beurtheilen wir auch noch die wahre Größe des gesehenen Gegenstandes aus seinen uns sonst bekannten Entfernungen, aus der Stärken oder schwächern Erleuchtung, worin er uns erscheint, und dann auch aus dem Verhältnisse seines
Bild

Bildes zu den Bildern naher Gegenstände, deren wahre Größe wir kennen.

Der hinter Bergen oder hinter Bäumen aufgehende Mond scheint uns größer, als wenn er höher am Horizonte steht.

§. 624. Die Urtheile unserer Seele über Entfernungen der Dinge von uns, hängen keinesweges von den Empfindungen des Gesichts allein ab, sondern wir erlangen die Fertigkeit, von dem, was wir sehen, auf die Entfernungen, Größen, oder Stellen zu schließen, oder das Augenmaß, ebenfalls durch Vergleichung der Empfindungen des Gesichts mit denen des Gefühls, und durch Erfahrungen, die wir, obgleich unvermerkt, von Jugend auf hienüber anstellen, und wir sind uns der Umstände, aus denen die Vorstellung einer wirklichen Entfernung in uns entsteht, selten deutlich bewußt. Ohne Erfahrungen durchs Gefühl über die Entfernung der Dinge würden wir glauben, daß die Gegenstände dicht vor dem Auge ständen.

§. 625. Bey nahen Gegenständen schätzen wir die Entfernung derselben aus der zum genauen Sehen nöthigen Veränderung des Auges, welche wir vornehmen müssen, um auf verschiedene Entfernungen deutlich zu sehen, und wir urtheilen dann, daß der Gegenstand da sey, wo die Spitze des Lichtkegels zu stehen kommt, dessen Grundfläche die Pupille des Auges ist. Bey entfernten Gegenständen schätzen wir die Entfernungen aus dem Winkel, den die beiden Augenachsen mit einander machen; aus der Vergleichung der uns bekannten wahren Größe derselben mit der scheinbaren, in welcher wir sie wahrnehmen.

nahmen; aus der größern oder geringern Helligkeit und Klarheit, worin wir sie sehen; aus der Deutlichkeit der kleinen Theile eines Gegenstandes; und endlich aus der Menge anderer zwischen dem Gegenstande und dem Auge befindlichen Dinge.

Hieraus erhellet leicht, warum uns das Meer vom Ufer aus aesehen, wenn wir sonst keine Gegenstände, wie Schiffe, Inseln, u. d. gl. darauf wahrnehmen, bey weitem nicht so weit ausgedehnt erscheint, als diejenigen glauben, die es nicht gesehen haben.

§. 626. Wir können mit gesunden Augen Gegenstände in verschiedenen Entfernungen vom Auge noch deutlich wahrnehmen. Da nun das Bild eines entfernten Gegenstandes nicht so weit hinter die Erystalllinse, die wie ein erhabenes Glas wirkt (§. 564.), fällt, als das Bild eines nähern, und das Auge doch nur dann deutlich sieht, wenn die Spitze der Strahlenkegel oder das Bild des Gegenstandes die Netzhaut trifft, so muß das Auge ein Vermögen besitzen, seine Einrichtung zu ändern, und dadurch auf größere oder kleinere Weiten deutlich zu sehen. Es muß also bey entfernten Gegenständen die Erystalllinse entweder nach dem Boden des Auges näher zurücktreten, oder dieser sich der Erystalllinse nähern, oder die Hornhaut flacher werden, und bey nahen Gegenständen das Gegentheil geschehen können. Worin dies Vermögen bestehe, darüber sind die Meinungen sehr getheilt.

§. 627. Diese Veränderungen finden natürlich-her Weise ihre Gränzen, und es giebt daher für jedes Auge eine gewisse Weite, in der es bey seinem natürlichen Zustande deutlich sieht. Diese Weite, bey der es kleinere Gegenstände noch deutlich wahr-
neh-

nehmen kann (*distantia visionis distinctae*), fest man zwar gewöhnlich auf 12 bis 16 Zoll, allein sie ist bey vielen Personen größer oder geringer.

§. 628. Wenn die Hornhaut eines Auges zu sehr erhaben, die Crystalllinse zu conver oder zu compact, oder ihr Abstand von der Netzhaut zu groß ist, so treffen die Strahlen der Strahlenkegel von Gegenständen, die 10 bis 16 Zoll und drüber entfernt sind, nach dem Brechen zu früh zusammen, ehe sie die Netzhaut erreichen, oder die Divergenz der Strahlen von den Strahlenkegeln dieser Gegenstände ist für ein solches Auge zu gering, als daß der Vereinigungspunct die Netzhaut treffen sollte. Ein solches Auge sieht daher nur nahe Gegenstände deutlich, entfernte undeutlich. Personen, welche diesen Fehler haben, heißen Kurzsichtige (*myopes*), und die Weite, bey der sie kleine Gegenstände deutlich wahrnehmen, erstreckt sich ohngefähr nur auf 4 bis 6 Zoll. Hohlgläser vermehren die Divergenz divergirender Strahlen (§. 571. 2.), und durch Hülfe derselben sehen also Kurzsichtige auch mehr entfernte Gegenstände deutlich.

§. 629. Wenn hingegen das Auge so beschaffen ist, daß die Hornhaut und die Crystalllinse flach, und in der Converität vermindert ist, oder dem Boden des Auges zu nahe liegt, so treffen die Strahlen der Strahlenkegel von nahen Gegenständen zu spät zusammen, und das Bild würde erst hinter die Netzhaut fallen. Ein solches Auge kann nur entfernte Gegenstände deutlich wahrnehmen, nicht aber nahe. Diejenigen, welche diesen Fehler der Augen haben, heißen Weitsichtige (*Presbytae*), und jener entsiehr

ges

gewöhnlich im Alter, wo die Säfte des Auges mehr austrocknen. Die nächste Weite, wobey ein solches Auge noch deutlich sieht, ist höchstens 16 Zoll; bey manchen zwey bis 3 Fuß. Da erhabene Gläser das Vermögen haben, die Divergenz der divergirenden Strahlen der Strahlenkegel zu vermindern (§. 564.), und die Strahlen aus nahen Punkten so zu brechen, als ob sie aus entfernten Punkten herkämen, so können Weitsichtige durch Hülfe derselben auch nahe Gegenstände deutlich sehen, und sie bedienen sich daher zu diesem Zwecke der Brillen.

Merkwürdig ist was Hr. Stach von den Ursachen der Weitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit sagt. (Ein Versuch, die Theorie des fehlerhaften Sehens zu verbessern, von J. Stach, aus den *Transact. of the royal irish academy*. T. II. übers. in *Grens Journ. d. Phys.* B. IV. S. 45. ff.)

§. 630. Gegenstände, welche sehr klein sind, sehen wir auch in der gewöhnlichen, zum deutlichen Sehen erforderlichen Weite (§. 627.) nicht deutlich. Dadurch, daß wir sie dem Auge näher bringen, würden wir zwar den Sehewinkel, unter dem wir sie wahrnehmen, vergrößern; aber dann trifft das Bild die Netzhaut nicht mehr, und wir sehen den Gegenstand verwirrt und undeutlich. Ein Werkzeug, welches dazu dient, ganz kleine Gegenstände größer, als in der gewöhnlichen Entfernung vom Auge, und doch deutlich zu sehen, heißt ein Mikroskop oder Vergrößerungsglas (*Microscopium*, *Engyscopium*).

§. 631. Jedes erhabene Glas und jede Glas-Lugel vergrößert der Erfahrung zufolge die Objecte, wenn wir sie dadurch betrachten. Man bedient sich aber vorzüglich, um ganz kleine Sachen dadurch zu
be-

Betrachten, kleiner, sehr erhabener Linsen, oder kleiner Glasflügelchen, und beide heißen daher auch einfache Mikroskope (*microscopia simplicia*). Die Strahlen, welche von diesen kleinen Gegenständen, wenn sie nahe ans Auge gehalten werden, divergirend in dasselbe treten würden, werden durch diese Vergrößerungsgläser, wenn sie in dem Brennpuncte derselben liegen, nach dem Brechen parallel (§. 564.), und das Auge sieht dadurch den sehr genäherten Gegenstand deutlich. Das Auge sieht nun den Gegenstand unter einem desto größern Sehwinkel, und als ob auch um desto größer (§. 621.). Ueberhaupt verhält sich die Größe, unter welcher man Gegenstände durch eine Vergrößerungslinse in dem Brennpuncte derselben erblickt, zu der Größe, in der man sie ohne Glas deutlich erkennen kann, wie die kleinste Entfernung, bey der man ohne Glas deutlich sehen kann, zur Brennweite der Vergrößerungsgläser. Da nun der Brennpunct desto näher an das Glas kömmt, je kleiner der Durchmesser der Linse wird, so sieht man auch leicht ein, daß die Linsen um desto mehr vergrößern, je kleiner der Durchmesser der Kugel ist, wovon die Fläche der Linse ein Abschnitt ist. Zu den stärksten Vergrößerungen gebraucht man das bey ganz kleine Glasflügelchen.

Es sey LM (Fig. 117.) eine Glaslinse von sehr kurzer Brennweite, in deren Brennraume ein kleiner Gegenstand ab befindlich sey. Es ist aus dem Vorigen (§. 564. 2.) klar, daß die divergirenden Strahlen, die von den erleuchteten Puncten des Objectes ab gegen die Linse zu gehen, durch das Brechen zu parallelen werden. Die Strahlen des Punctes a gehen also als parallele nach O, und die des Punctes b als parallele nach Q. Die letztern schneiden die erstern unter dem Winkel $QCO = aCb$. Das der Linse sehr genäherte Auge sieht nun die Puncte a und b deutlich, wenn es nicht kurzsch-

tig

tion ist, und so das ganze kleine Object ab. Da wir nicht gewohnt sind, Objecte so nahe am Auge wahrzunehmen, und überhaupt so kleine sonst nicht deutlich sehen, so beziehen wir das Object auf die Distanz AC, bei der wir sonst die Objecte deutlich zu sehen gewohnt sind. Da nun das Object AB in der Entfernung CA dem bloßen Auge unter eben dem Sehwinkel erschiene würde, so schreiben wir dem Objecte ab die Größe AR zu. Es ist also die Größe des scheinbaren Mikroskops zu der Größe der Welt, bei der Breite der Linse. Welt CB ähnlich sind, so ist

Erwähnten die Stärke der Entfernung, bei der wir wahrnehmen kann, Vergrößerungsfaktor der Entfernung von der Vergrößerung des Objectes, das man auf einer Brennpunkt die Vergrößerung des

de in den erforderlichen

Entfernungen an ein solches Vergrößerungsglas bequem zu bringen und dadurch zu betrachten, und sie auch gehörig zu erleuchten, hat man mehrere Vorrichtungen ausgedacht. Wir bemerken hier nur besonders das einfache Wilsonsche ¹⁾ oder Verberghsche Mikroskop, und das Mikroskop mit dem Erleuchtungs Spiegel ²⁾.

1) Schlers physik. Wörterb. Tb. III. S. 221.

2) Muschenbroeck introd. ad philos. nat. T. II. Tab. XLV. Fig. 3.

§. 633. Sonst hat man auch zusammengesetzte Mikroskope (microscopia composita), die aus mehreren Linsen bestehen, durch welche man nicht den Gegenstand selbst, sondern das Bild desselben umgekehrt und vergrößert sieht. Der Gegenstand

ers

erhält entweder durch einen Hohlspiegel oder durch ein converges Glas Erleuchtung. Wir merken hier das Luffische Mikroskop.

Es sey (Fig. 118.) ein kleines Object ach etwas weiter, als die Brennweite der mikroskopischen Linse LM beträgt, von derselben in der gehörigen Erleuchtung gesetzt. In diesem Falle werden die divergirenden Strahlen des Punkte a, o, b durch die Brechung zu convergirenden (h. 564. 3.) und zwar werden sie desto spär

Linse werden sie nun zu parallelen, und das Auge in O steht dadurch das Bild fd des Objects BA deutlich, und vergrößert unter dem Winkel aOp.

Um die Linsen dieses zusammengesetzten Mikroskops gehörig zu stellen, den Gegenstand gegen das Instrument richtig zu ordnen, zu behandeln, und gehörig zu erleuchten, sehe man Baker Employment for the

mi-

microscope, Lond. 1752. 8. Beiträge zum Gebrauch und Verbesserung des Mikroskops, a. d. Engl. Augsburg 1754. 8. Brander Beschreibung zweyer zusammengesetzten Mikroskope, Augsb. 1769. 8.

§. 634. Werkzeuge aus zusammen verbundenen Linsen, oder auch Spiegeln mit Linsen, welche dazu dienen, entfernte Gegenstände, die man durch bloße Gesicht nicht deutlich sehen kann, klar und deutlich wahrzunehmen, heißen Fernröhre, Telescop (telescopia, tubae opticae). Man kann sie überhaupt in zwei Gattungen, 1) in dioptrische, und 2) in catadioptrische eintheilen.

§. 635. Die dioptrischen Fernröhre bestehen aus verschiedenen Glaslinsen, welche in einem Rohre einander näher gebracht oder von einander mehr entfernt werden können. Diese Linsen selbst führen verschiedene Namen. 1) Das Objectivglas oder Vorderglas ist dasjenige, was sich an dem äußeren Ende des Rohres befindet, und dem zu betrachtenden Gegenstande zunächst zugerichtet ist. Es ist allemal convex und hat auch einen größern Brennraum, als die übrigen Linsen. 2) Die Augengläser oder Oculargläser, deren Stelle an dem andern Ende des Rohres, und dem Auge zugerichtet sind. Ihr wahrer oder eingebildeter Brennpunct ist immer kürzer, als der des Objectivglases. Das Rohr, worin man diese Gläser befestigt, überzieht man inwendig mit einer schwarzen Farbe; und giebt dem Objectivglase Bedeckungen, um dadurch die Undeutlichkeit des Bildes, welche von der Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt des Glases (§. 566.) entsteht, zu verhüten; zu eben dieser Absicht dienen auch für die Augengläser die Blendungen in den Röhren.

§. 636. Die erstere und älteste Art dieser dioptrischen Fernröhre ist das **Holländische** oder **Galileische Fernrohr**. Es bestehet aus einem convergen Objectiv, und einem concaven Ocularglase, die auf einerley Achse so gestellt sind, daß der abgebildete Brennpunct des letztern mit dem wahren Brennpuncte des erstern zusammentrifft. Die Entfernung der Linsen von einander ist folglich der Differenz ihres Brennweite gleich. Gegenstände durch dies Fernrohr betrachtet, erscheinen gerade, und unter einem größern Sehewinkel; eigentlich so vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivglases enthalten ist. Wegen des geringen Gesichtsfeldes, oder des geringen Raumes, den man durch dies Fernrohr übersehen kann, und wegen der Unbequemlichkeit, daß man das Auge dicht an das Ocular legen muß, gebraucht man es jetzt nur noch zu Taschenperspectiven.

Es sey (Fig. 120.) das concave Objectivglas MN mit dem concaven Oculare PQ auf einerley Achse so gestellt, daß der Focus des erstern. D mit dem Focus des letztern K zusammenfalle. Es sey das Objectivglas einem sehr entfernten Objecte zugerichtet, so daß die von den äußersten Puncten O und B des letztern auf das Objectiv fallenden divergirenden Strahlen als parallele anzusehen sind, und sich daher in Strahlencylinder verwandeln. Die Achse A des Strahlencylinders O stehe senkrecht auf MN und PQ, so geht der Strahl, der diese Achse vorstellt, ungebrochen durch beide Gläser, und ist ADO. Die damit parallelen Strahlen dieses Strahlencylinders O werden durch die Brechung in MN in convergirenden, und würden ohne PQ in o zusammentreffen, durch die Brechung in PQ aber werden sie zu parallelen (§. 571.). Von dem untern Puncte B des Objectes geht eben so ein Strahlencylinder. BD nach dem Objectivglase MN, und die durch die Brechung in demselben convergirend gemachten Strahlen desselben werden durch die Brechung in PQ zu parallelen. Was von diesen Strahlencylindern O und B gilt, gilt von allen den Strahlen-

cylindern der übrigen zwischen O und R befindlichen Punkte des Objects, die auf das Objectivglas fallen. Wenn daher das Auge dicht hinter dem Oculare PQ ist, so wird es die Punkte A und B, und so die übrigen dazwischen, deutlich sehen; denn die parallelen Strahlen Cb und Ko werden durch die Brechung im Auge ein Bild der Punkte b und o auf der Netzhaut machen, das eben so gegen das Object verkehrt steht, als es ohne die Gläser durch die Brechung im Auge allein stehen würde. Das Auge sieht also den Gegenstand aufrecht, wie natürlich, und sieht ihn unter dem Winkel bKo, unter dem die Achsen der durch die Brechung im Auge gebildeten E. Wenn das Auge in D wäre, stand OB ohne das Telescop = bDo wahrnehmen. Wegen bKo, bDo können wir ann von den Bogen, die sie messen verschieden sind; wir können also bo als einen Bogen ansehen, der den Winkel bKo, dessen Sinus totus oK ist, und zugleich den Winkel bDo misst, dessen Sinus totus oD ist. Da die Winkel sich verhalten wie die ihnen zugehörigen Bogen, und umgekehrt wie der Sinus totus derselben, so ist $bKo : bDo = \frac{bo}{oK} : \frac{bo}{oD} = oD : oK$. Da nun oD, oK die respectiven Brennweiten des Objectivglases und des Oculars vorstellen, so verhält sich demnach der Winkel bKo, oder die scheinbare Größe, unter der das Object durchs Telescop wahrgenommen wird, zu dem Winkel bDo = ADB, oder zu der scheinbaren Größe, unter der das Object ohne das Telescop wahrgenommen wird, wie die Brennweite oD des Objectivglases zur Brennweite oK des Oculars; oder das Object erscheint im Durchmesser so viele male vergrößert, als oK in oD enthalten ist.

Scherfferi institut. phys. P. II. §. 245.

§ 637. Eine zweite Art ist das Replersche Sternrohr (tubus astronomicus), in welchem ein converges Augenlas mit einem convergen Objective von einer längern Brennweite so zusammengesetzt ist, daß ihre Entfernung von einander der Summe ihrer Brennweite gleich ist. Der Gegenstand erscheint
das

Dadurch verkehrt, und man sieht eigentlich durch das Ocular nicht den Gegenstand selbst, sondern das Bild davon in dem Rohre vor dem Ocular. Dies Fernrohr hat ein weit größeres Gesichtsfeld, als das vorige, und man bedient sich desselben zum astronomischen Gebrauch. Man sieht die Gegenstände dadurch so oft vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectinglases enthalten ist.

Es seyn (Fig. 121.) MN ein biconveres Objectinglas, und PQ ein biconveres Ocular von einer kürzern Brennweite, auf einerley Achse so gestellt, daß sie um die Summe ihrer respectiven Brennweiten $Lc + Ko$ von einander entfernt sind. Es sey hier ebenfalls das Object so weit entfernt, daß die von seinen sichtbaren Punkten kommenden divergirenden Strahlen als parallele anzusehen sind. O und B seyen der oberste und unterste Punct des Objectes, und AD und LD die Achsen der davon auf das Objectinglas MN fallenden Strahlenconvergenzen. Die respectiven Strahlen dieser Strahlencylinder werden durch die Brechung in MN zu convergirenden, laufen im Brennpuncte des Glases MN zusammen, und machen also in bo das umgekehrte Bild des Gegenstandes AB. Da ok zu gleicher Zeit die Brennweite der Linse PQ ist, so werden die in b und o wieder divergirend auslaufenden Strahlen durch die Brechung in der Linse zu parallelen, die sich nachher wieder unter dem Winkel $PFK = bKo$ schneiden. Das in F befindliche Auge sieht nun nicht den Gegenstand selbst, sondern das Bild des Gegenstandes, und zwar unter dem Winkel bKo . Wenn wir nun wieder wie vorher (§. 636. Anm.) bo für den Bogen nehmen, so folgt, daß sich der Winkel bKo , unter dem das Bild des Gegenstandes vermittelst des Perspectivs gesehen wird, zu $bDo (= ADB)$, unter dem das Object AB von dem bloßen Auge in D gesehen werden würde, verhalten wie $Do : Ko$, d. i., wie die Brennweite des Objectivs zur Brennweite des Oculars; oder daß der Gegenstand so viele male vergrößert erscheint, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectinglases enthalten ist.

Da das Bild, welches das Auge durch dies Fernrohr wahrnimmt, gegen den Gegenstand, mit dem bloßen Auge gesehen, eine umgekehrte Lage hat, so

sieht man leicht, daß man die Gegenstände durch dies Fernrohr verkehrt wahrnehmen müsse.

§. 638. Die dritte und gewöhnlichste Art ist das Erdrohr (*tubus terrestris*). dessen Erfindung dem Pater Rheita zugeschrieben wird. Es besteht gewöhnlich aus drey convergen Oculargläsern von kurzer Brennweite, und einem convergen Objectiv von längerer Brennweite. Die Entfernung des Objectivglases vom nächsten Oculare ist der Summe ihrer Brennweiten gleich, und auch so die Entfernung der Oculare von einander. Man sieht den Gegenstand durch dies Erdrohr aufrecht, und eigentlich wird das verkehrte Bild des Gegenstandes, das man bey dem Sternrohr sieht (§. 637.), durch das zweyte Ocular wieder aufrecht gebracht. Die Vergrößerung ist wie bey dem Sternrohre, und kann größer werden, wenn man dem zweyten Ocularglase eine größere Brennweite giebt, als dem ersten. Man hat auch Erdrohre mit fünf Augengläsern.

Wenn zu den Gläsern MN und PQ des Sternrohres (Fig. 121.) noch zwey andere biconvere RS und TV (Fig. 122.) so gefügt werden, daß diese letztern um die Summe ihrer Brennweiten von einander abstehen, so werden die parallelen Strahlen, die aus PQ herausfahren, und sich in F schneiden, durch die Brechung in RS wieder zu convergirenden, und in der Brennweite von RS das Bild $\omega\beta$ hervorbringen, das gegen das in b verkehrt, und also wiederum so, wie der Gegenstand, steht. Da die von ω und β divergirend auf TV fallenden Strahlen aus dem Brennraume dieser Linse kommen, so werden sie wieder zu parallelen, und das Auge sieht dadurch das Bild $\omega\beta$ des Gegenstandes OB deutlich, und zwar in derselben Stellung, als den Gegenstand.

§. 639. Kurzsichtige müssen bey allen diesen Fernrohren die Oculargläser dem Objectiv näher bring-

bringen, um die sonst parallel auslaufenden Strahlen als divergirend auf das Auge zu empfangen.

§. 640. Außer der Unvollkommenheit, welche diese Werkzeuge durch die Abweichungen der Strahlen wegen des Glases (§. 566. 635.) erhalten, befügen sie eine noch weit erheblichere, die von der verschiedenen Brechbarkeit der Strahlen herrührt, und welche zur Folge hat, daß das Bild des Objectes mit farbigen Rändern, und überhaupt undeutlich erscheint. Man suchte sonst diesen Fehler dadurch zu vermindern, daß man Objective von sehr langen Brennweiten anwendete, und mußte deswegen die Fernrohre sehr lang machen; allein die Undeutlichkeit wird demohngeachtet dadurch nicht gänzlich gehoben.

§. 641. Im Jahr 1747 kam Euler auf den Gedanken, den Fehler der dioptrischen Fernrohre, der von der Abweichung der Strahlen wegen ihrer verschiedenen Brechbarkeit herrührt, dadurch zu heben, daß man das Objectiv aus zweyerley durchsichtigen Materialien zusammensetzte, welche das Licht nicht auf einerley Art brächen, so daß die eine die farbigen Strahlen wieder vereinigte, welche die andere trennte. Newton hatte diesen Fehler für unverbesserlich gehalten, und deshalb die nachher anzuführenden reflectirenden Teleskope angegeben. Johann Dollond behauptete zwar erst den Newtonischen Satz gegen Eulern; allein er fand nachher doch, nachdem besonders Klingenstierna Newtons Satz näher geprüft hatte, daß er geirrt habe, und war der erste, der ein farbenloses oder achromatisches Fernrohr zu Stande brachte. Die Einrich-

tungen dieser Fernröhre hat nachher theils er selbst, theils sein Sohn ansehnlich verbessert, und sie führen auch noch nach ihm den Namen der Dollond'schen Fernröhre.

Is. Newton Optics L. I. P. II. pr. 83. S. 106. Sur la perfection des verres objectifs des Lunettes, par Mr. Euler; in den Mém. de l'Acad. roy. des sciences de Prusse. 1747. S. 274. Anmerkung über das Gesetz der Brechung der Lichtstrahlen von verschiedener Art, wenn sie durch ein durchsichtiges Mittel in verschiedene andere übergehen, von Sam. Klingensierma; in den Schwed. Abhandl. vom J. 1754. S. 306. An account of some experiments concerning the different refrangibility of light, by John Dollond, in den philosophic. Transact. Vol. L. S. 733.

§. 642. Die wesentliche Einrichtung dieser achromatischen Fernröhre ist, daß das Objectiv aus zwey ganz nahe zusammengestellten Linsen von sogenanntem Crownglase und Flintglase zusammengesetzt wird; dieses zerstreuet die Strahlen ungleich stärker als jenes. Hinter die converge Linse nemlich aus Crownglas wird eine concave Linse aus Flintglas gesetzt, und dadurch die im ersten entstandenen Absonderungen der Strahlen wieder gehoben. Man macht das Objectiv auch noch vollkommener dreysach, aus zwey convergen Linsen aus Crownglase und einer dazwischen befindlichen biconcaven aus Flintglase. Diese Objective vertragen eine weit stärkere Vergrößerung, als die einfachen, und brauchen eine viel kürzere Brennweite zu haben. Das Flintglas hat seine starke zerstreuende Kraft vorzüglich vom beigemischten Bleisalt; nur hält es schwer, dies Glas vollkommen klar und ohne Streifen und Wellen zu erhalten.

Von der Theorie der achromatischen Fernröhre sehe man: Mémoire sur les moyens de perfectionner les lunet-

des d'approche par l'usage d'objectifs composés de plusieurs matières différemment réfringentes, par Mr. l'airant, in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1756. S. 380. Second mémoire, ebendas. 1757. S. 524. *Som. Kungenstierna* tentamina de definiendis et corrigendis aberrationibus laminis in lentibus sphaericis refracti, et de perficiendo telescopio dioptrico. Petrop. 1762. gr. 4. *Vik. Fuß* umständliche Anweisung, wie alle Arten von Fernrohren in der größten möglichen Vollkommenheit zu verfertigen sind, a. d. Franz. von Geo. Sim. Klügel. Leipz. 1778. 4.

§. 643. Da das von Spiegelflächen zurückstrahlende weiße Licht nicht in Farben zerstreuet wird, und also dadurch nicht die erwähnte Undeutlichkeit des Bildes entsteht, so veranlaßte dies Newton, den Gedanken, den schon Jacob Gregory, und vielleicht noch früher Hersenne gehabt hatte, anstatt des Objectivglases im Fernrohre einen Hohlspiegel zu gebrauchen, besonders zu benutzen. Diese Art der Fernrohre (§. 634.) führt den Namen der Spiegelteleskope (tubi reflectentes).

§. 644. Die erste Art, das Newtonsche Spiegeltelescop (tubus Newtonianus) besteht aus einem Hohlspiegel, der in einem Rohre so eingelegt ist, daß das andere Ende desselben der Spiegelfläche gegenüber offen ist, welches nach dem Gegenstande ausgerichtet wird. Die Ape des Spiegels fällt mit der Ape des Rohrs zusammen. Die vom Hohlspiegel convergirend zurückprallenden Strahlen werden von einem kleinen Planspiegel, der unter einem halben rechten Winkel gegen die Ape des Rohrs befestigt ist, noch ehe sie in dem Brennpuncte zusammentreffen, aufgefangen, und von demselben nun nach einer auf der Ape des Rohrs senkrechten Richtung nach dem zur Seite in dem Rohre befindlichen Oculare zu-
rück-

rückgeworfen, in dessen Brennpunkte sie sich vereinigen und ein Bild machen. Weil man dieserhalb zur Seite in das Fernrohr hineinsieht, so ist auswendig mit der Axe desselben parallel ein kleines Fernrohr, der Finder, durch welches man erst den zu betrachtenden Gegenstand sucht. Durch dies Newtonische Spiegeltelescop sieht man den Gegenstand verkehrt, und so vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlspiegels enthalten ist.

In dem Rohre GHIN (Fig. 123.), das bey GN offen und bey HI verschlossen ist, steht der sphärische Hohlspiegel DC. Es sey die Mündung GN des Rohrs einem Gegenstande zugerichtet, der so weit entfernt ist, daß die von einzelnen Punkten kommende divergirende Strahlen als parallele anzusehen sind. So kommen nun von des Objectes oberstem Punkte der Strahlencylinders OO, und von dem untersten der Strahlencylinders BB. Die auf den Spiegel fallenden Strahlen OD, OC würden durch Reflexion das Bild des Punktes O in o in des Spiegels Achse machen, und die Strahlen

durch die Brechung darin zu parallelen, und schneiden sich als solche in K. Das Auge in K sieht also das Bild des Gegenstandes deutlich, und zwar unter dem Sehwinkel $\beta\omega = \text{bto}$.

Wenn nun das Auge in D wäre, so würde es den Gegenstand für sich unter dem Winkel ODB = bDo wahrnehmen. Wenn wir wie bey den vorigen Arten der Fernrohre bo für einen Bogen nehmen, der den Winkel

bDo und bto mißt, so ist $\text{bto} : \text{bDo} = \frac{\text{bo}}{\text{to}} ; \frac{\text{bo}}{\text{Do}} = \text{Do} : \text{to} = \text{Do} : \omega$. Der Sehwinkel vom

Bilde ω verhält sich demnach zum Sehwinkel des

Gegenstandes OB mit bloßen Augen betrachtet, wie die Brennweite DO des Hohlspiegels zur Brennweite ∞ des Oculars; oder der Gegenstand wird so viele male vergrößert wahrgenommen, als die Brennweite des Oculars in der des Hohlspiegels enthalten ist.

Da nähere Gegenstände einen längern, weitere einen kürzern Focus haben, so müssen der kleine Planspiegel TV und das Ocular einander mehr genähert oder von einander mehr entfernt werden können.

Uebrigens sieht man leicht, warum man in diesem Telescop den Gegenstand verkehrt wahrnehmen müsse.

Newton optica S. 90.

§. 645. Bequemer für irdische Gegenstände ist die zweite Art, das Gregorische Spiegeltelescop (tubus Gregoryanus), dem Dr. Hooft besonders diese Einrichtung gegeben hat. Es ist nemlich, wie bey dem vorigen (§. 644.) ein Hohlspiegel in dem Rohre befestigt, der in der Mitte eine runde Oeffnung hat. Die von demselben convergirend zurückprallende Strahlen werden von einem viel kleinern Hohlspiegel, der in einer der Summe der Brennweiten beider Spiegel gleichen Entfernung in der Mitte des Rohres befestigt ist, aufgefangen, und als parallele durch die Oeffnung des größern Spiegels nach dem ersten Ocular zugeworfen, durch welches das umgekehrte Bild des Gegenstandes wieder aufrecht gebracht, und durch das zweite Ocular in diefer Stellung gesehen wird. Dies Telescop hat also Aehnlichkeit mit dem dioptrischen Erdrohr (§. 683.).

In dem Rohre GHNI (Fig. 124.) sey der in der Mitte mit einer freisrunden Oeffnung versehene Hohlspiegel DC befindlich. Er reflectirt die Strahlen OD, OC, die von einem obern Punkte des sehr entfernten Objects kommen, und die Strahlen BD, BC, die von des Objects unterstem Punkte kommen, dergestalt, daß das umgekehrte Bild ob des Objects OB hervorgebracht wird. In dem Rohre ist ein anderer kleiner Hohlspiegel TV. Ist dieser vom Bilde so nicht so weit

entfernt, als die Brennweite desselben beträgt, so werden die von bo ausgehenden divergirenden Strahlen von ihm als convergirend zurückgeworfen, und machen wiederum ein Bild in $\omega\beta$, das einerley Stellung mit dem Objecte hat. Die von $\omega\beta$ divergirend ausgehenden Strahlen werden durch die Brechung in der convergen Linse LM zu parallelen und durchkreuzen sich als solche in K , wo sie das Auge empfängt, und dadurch das Bild $\omega\beta$ deutlich sieht.

Wenn der kleine Hohlspiegel TV um seine Brennweite von bo absteht, so werden die davon zurückgeworfenen Strahlen zu parallelen, und durch die Brechung in der Linse LM zu convergirenden. Sie machen hier ein Bild des Gegenstandes, das mit ihm einerley Stellung hat. Treffen nun die divergirenden Strahlen dieses Bildes wieder auf eine zweite erhabene Linse, die von der vorigen um die Summe der Brennweiten absteht, so werden sie dadurch zu parallelen, und das Auge sieht dadurch, wie beim Erdrohr, das Bild deutlich.

Iac. Gregorii optica promota. Lond. 1663. 4.

§. 646. Die dritte Art dieser catoptrico-dioptrischen Fernrohre ist das Cassegrainische Spiegelteleskop, das dem Gregorianischen (§. 645.) ganz ähnlich ist, nur daß die vom größern Spiegel convergirend reflectirten Strahlen statt eines Hohlspiegels von einem kleinen erhabenen Spiegel reflectirt werden, noch ehe sie in ihrem Brennpunct zusammenkommen, und zwischen beiden ein verkehrt liegendes Bild durch das converge Ocularglas gesehen wird.

§. 647. Die Spiegeltelescope waren vorzüglich beliebt, ehe die achromatischen Fernrohre erfunden waren. Sie können weit kürzer seyn, als ein gemeines dioptrisches von gleicher Güte. Aber ihre Spiegel müssen auch mit außerordentlicher Genauigkeit gearbeitet werden, und laufen an der Luft leicht an und werden unscheinbar. Gläserne Spiegel

gel kann man wegen der doppelten Bilder, die sie machen, nicht gut dazu brauchen. Die Platinia würde auch hier wieder die entschiedensten Vorzüge haben. Hr. Herschel hat die Spiegeltelescope zu einem ganz außerordentlichen Grade der Vollkommenheit gebracht, und er und Hr. Schröter haben dadurch Entdeckungen gemacht, die für die Astronomie Epoche seyn werden.

Nachrichten von dem großen Herschelschen Spiegelteleskope sehe man: in Lichtenbergs Magazin für das Neueste aus der Phys. B. V. St. 1. S. 108.; Bodens astronom. Jahrb. 1790.; Gehlers phys. Wörterb. Th. IV. S. 148.

F i g i r t e s L i c h t .

§. 648. Bisher haben wir die Materie des Lichts in ihrem freyen Zustande als strahlende Flüssigkeit betrachtet; jetzt ist noch übrig, auf ihre Bindung und chemische Vereinigung mit andern Stoffen Rücksicht zu nehmen. Schon mehrere im Vorhergehenden angeführte Erfahrungssätze, besonders bey der Lehre von den Farben, berechtigen zu dem Schlusse, daß das freye und bewegte Licht von den Körpern gewissermaßen eingesogen und so aufgenommen werden könne, daß es alle seine Strahlung, und folglich alle seine Expansibilität verliert, und solchergestalt nicht mehr fähig ist, das Organ des Gesichtes zu rühren. Diese Behauptung wird dadurch, wie mich dünkt, außer allen Zweifel gesetzt, daß wir im Stande sind, unter gewissen Umständen aus unzähligen Körpern Licht zu entwickeln und hervorzubringen.

§. 649. Die Umstände, unter welchen das Licht aus Körpern entwickelt wird, die sonst an sich den Zustand der Helligkeit nicht hervorbringen, und in denen es also vorher gebunden und fixirt seyn mußte, sind das Verbrennen der verbrennlichen Körper, die Electricität, und endlich das Erhitzen. Da alle Körper, die wir kennen, unter diesen Umständen mehr oder weniger Licht von sich geben, das wenigstens im Dunkeln, wo kein anderweitiges stärkeres Licht unser Gesicht afficirt, wahrzunehmen ist, so schließe ich, daß alle Körper mehr oder minder das Vermögen besitzen, das Licht zu fixiren, zu binden, und ihm die Expansivkraft zu rauben.

§. 650. Alles Leuchten irdischer Körper gehört zu einer der angeführten drey Arten. Da von dem Verbrennen und der Electricität in der Folge in eigenen Abschnitten gehandelt werden wird, so bemerke ich hier bloß, daß das Licht in Vereinigung mit der Materie der Wärme durch die Fixirung in den verbrennlichen Körpern den Brennstoff (Phlogiston) bildet; in der electrischen Materie aber mit einer noch unbekannten Substanz in Zusammenfügung getreten ist, und dadurch Modifikationen erlitten hat, denen zu Folge es andere Gesetze bey seiner Ausbreitung befolgt. Solchergestalt wird das Licht das vorzüglichste Agens in der Natur, das durch seinen Beystritt die Verhältnisse anderer Grundstoffe mannigfaltig ändert, und das bey der Bildung und Zerstörung unzähliger Wesen bald frey, bald gebunden wird. Die Nothwendigkeit des Lichtes zum Gedeihen der Gewächse, die Verbrennlichkeit aller Körper und aller ihrer nähern Bestandtheile in diesem unermesslichen Reiche der Natur; die Nothwendigkeit des Lichtes

tes zur Bildung der mehresten, wo nicht aller, luftförmigen Stoffe; der Uebergang der Kalk der edlsten Metalle und des Quecksilbers im Glühfeuer zu resgulinischen, d. i. Brennbarhaltigen, folglich lichtführenden Metallen; die Verwandlung des weißen Silberkalks in luftleeren gläsernen Gefäßen, auch unter dem Wasser, in schwarzen und phlogistisirten Kalk durchs Sonnenlicht, und das Weißbleiben desselben im Dunkeln; die Veränderung der Farbe der Bestuchesschen Nerventinctur oder der eisenhaltigen Rapytha im Sonnenscheine und im Schatten; die Phlogistisirung der Salpetersäure im Sonnenlichte, und mehrere dergleichen Phänomene beweisen die Fähigkeit der Lichtmaterie, durch ihre Affinität mit anderer Materie den Zustand ihrer Strahlung zu verändern, und zum chemischen Bestandtheil derselben zu werden. Ehedem zweifelte man weniger daran, daß das Licht von Körpern figirt werden könne, als jetzt, da Hr. Lavoisier den Brennstoff der verbrennlichen Körper aus der Reihe der Wesen zu verbannen bemüht gewesen ist, und die Quelle des Lichts beim Verbrennen nicht in die verbrennlichen Körper, sondern bloß und allein in die respirable Luft gesetzt hat. Es würde hieraus folgen, daß nur das vermeinte Oxygen, und zwar nur im gasförmigen Zustande, als Lebensluft, das Vermögen besäße, die Lichtmaterie zu verschlucken, und zu figiren; eine Folge, wodurch allein schon die Ungereimtheit des antiphlogistischen Systems sich offenbart.

Vergl. mit §. 467.

§. 651. Das Leuchten der Phosphoren, oder die Phosphoreng verschiedener Körper, ist bey dem

mehrs

mehresten ein schwaches Verbrennen, bey andern Electricität. Selbst das Leuchten, das viele sonst unverbrennliche Körper, bey der durch Mittheilung oder durch Reiben hervorgebrachten Erhitzung, nach Hrn. Wedgwood zeigen, kann zu den Phänomenen des Verbrennens gerechnet, und von dem Brennstoff hergeleitet werden, den auch diese Körper, wiewohl in weit geringerer Menge, als die eigentlich brennbaren Substanzen, enthalten. Denn es ist noch nicht erwiesen, daß zur Entwicklung des Lichts aus Brennstoff die respirabele Luft absolut nothwendig sey. Bey der Erhitzung wird nun das den Körpern inhärirende und von ihm eingesogene Licht durch seine Affinität zum Wärmestoff wieder frey, expansiv, und strahlend, wodurch es dann wieder das Organ unseres Gesichts afficiren oder den Zustand der Helligkeit hervorbringen kann. Bey der ehemaligen Meinung, daß die Körper das Licht, was sie am Tage oder durchs Glühen eingesogen hätten, im Dunkeln wieder von sich gäben, schreibt man doch offenbar der Dunkelheit, die doch nur etwas Negatives ist, ein Vermögen oder eine Kraft zu, das gebundene Licht wieder von seinen Banden zu befreien.

Ueber das Leuchten verschiedener Körper bey'm Erhitzen oder Aneinanderreiben, von Jos. Wedgwood; in Grews Journal der Phys. B. VII. S. 45.

§. 652. Zu den merkwürdigsten Phosphoren, deren Leuchten im Dunkeln entweder ein schwaches Verbrennen ist, oder auch durch die bey'm Reiben hervorgebrachte Erhitzung entwickelt wird, gehören:

1) Der Schwerspath, oder Bologneser Stein, nach Cascariolo's Erfindung, wenn er zwischen Kohlen geglühet worden ist.

G.

S. mein Handbuch der Chemie, Th. I. S. 714.

2) Der Kunkelsche Phosphorus, in einer Temperatur unter 76° Fahrenh.

3) Hombergs Phosphorus, aus Salzsäure und Kalkerde.

S. m. Handb. der Chemie, Th. I. S. 964.

4) Balduins Phosphorus, aus Kreide und Salpetersäure.

S. m. Handb. der Chemie, Th. I. S. 849.

5) Cantons Phosphorus, aus Schwefel und Aukerschaalen.

S. m. Handb. der Chemie, Th. I. S. 781.

6) Maragras Leuchtsteine aus Gyps.

S. mein Handbuch der Chemie, Th. I. S. 675. 714.

7) Der Flußspath, wenn er erwärmt worden ist, die phosphorescirende Blende, die frischbereiteten Zinkblumen, und endlich eine sehr große Anzahl anderer Körper, die Hr. Wedgwood versucht hat.

S. Wedgwood's vorher angeführte Abhandlung.

§. 653. Wenn die Expansivkraft des Lichtes durch die Figirung desselben in den Körpern, vermöge der Cohärenz mit ihrer Materie, ruhend gemacht und gewissermaßen aufgehoben wird, so muß auch das durch die oben (§. 343. 344.) angeführte Wirkung auf die Schwerkraft der mit dem Lichte verbundenen schweren Stoffe eintreten. Und in der That lehrt die Erfahrung, daß durch die Figirung des Lichts zum Brennstoff in den Körpern ohne Ausnahme das Gewicht der Masse abnimmt, und nach der Ausscheidung

lung des Brennstoffs von ihnen das Gewicht verfeh-
len, zunimmt. Eben so folgt, daß auch durch die
Figirung des Lichts mit andern Materien die Eigen-
schaften des neu entstandenen Products verändert
werden und anders seyn müssen, als sie in den ein-
zelnen Bestandtheilen waren; und so zeigt auch die
Erfahrung auffallende und merkbliche Veränderungen
der Wirkungen und Natur der Stoffe, wenn das Licht
darin zu Brennstoff figirt worden ist.

Dritter Abschnitt.

W ä r m e m a t e r i e .

§. 654.

Wenn wir einen Theil unsers Körpers dem Feuer
nähern, so bemerken wir eine Veränderung unsers
Zustandes, oder wir haben die Empfindung, die ein
jeder unter dem Namen der Wärme kennt, und die
wir, wenn sie uns endlich beschwerlich und unange-
nehm wird, Hitze nennen.

§. 655. Eben so entsteht auch diese Empfindung
für unser Gefühl, wenn man auf guten ungelöschten
Kalk Wasser gießt, und ihn löschet, oder Wasser oder
Weingest mit Vitriolöl oder mit concentrirter Sala-
petersäure permischt u. d. gl. m.; wenn wir auch an
diesen Körpern vor der Vermischung diese Wirkung
auf unser Gefühl nicht wahrnehmen.

§. 656. Da eine jede Wirkung nach allen na-
türlichen Begriffen allemal eine Ursach voraussetzt,
die sie hervorbringt, so kann man auch mit dem
größt

geßten Rechte von der Hervorbringung der Wärme und Hitze für unser Gefühl auf eine materielle Ursache schließen, welche diese Empfindungen und Wirkungen hervorbringt. Ich nenne dies Wesen, das sich unserm gesunden Gefühle durch die Wirkung der Erwärmung und Erhitzung zu erkennen giebt, **Wärmestoff, Wärmematerie, Hitzmaterie** (*materia caloris*), um es so von der Empfindung der Wärme und Hitze selbst, davon es die materielle Ursache ist, zu unterscheiden.

§. 657. Ein Körper, der weniger freien Wärmestoff enthält als der unsrige, erweckt in uns bey der Berührung eine Empfindung, die wir **Kälte** (*frigus*) nennen. Zur Erklärung derselben brauchen wir keine eigene Kaltmachende Materie anzunehmen, deren Daseyn auch sonst durch nichts erwiesen werden kann. Kälte ist bloß Verminderung der freien Wärme; ist nichts Positives, sondern etwas Negatives; und wir haben diese Empfindung allemal, so bald aus unserm Körper in die umgebenden und ihn berührenden Mittel und Körper freie Wärme überströmt.

§. 658. Außer dem eigentlichen Gefühle können wir dies Wesen keinem andern Sinne empfindbar machen, oder ihm darstellen. Da aber unsere bloße Empfindung viel zu ungewiß und veränderlich ist, so sieht man leicht, daß wir, um die Natur dieses Wesens ausfindig zu machen, auf die Erscheinungen und Wirkungen aufmerksam seyn müssen, die es in Verbindung mit andern größern und mehr sinnlichen Stoffen äußert.

§. 659. Wenn wir auf die Körper Licht geben, die wir in den Zustand bringen, daß sie in uns die

Empfindung der Erwärmung oder Erhigung zuweilen bringen, so finden wir, Daß sie in einen größern Raum ausgedehnt werden, und diese Ausdehnung des Inbegriffs der Körper, sowohl der flüssigen als der festen, in der Wärme oder Hitze, (rarefactio) ist die erste Wirkung des Stoffes der Wärme, und ein allgemeines Gesetz.

Bestätigung durch Versuche: Eine mit Luft zum Theil gefüllte schlaife Blase schwellt über einem Kohlf Feuer auf; hohle Glasfugeln, die im kalten Brandwein schwimmen, sinken im erwärmten; Weingeist, Quecksilber, steigt in gläsernen Röhren höher, wenn diese erwärmt werden; Wachsfugeln sinken im heißen Wasser unter, da sie im kalten Wasser schwimmen; eine eiserne Stange geht nach dem Glühendwerden nicht mehr durch einen Ring, durch den sie in der Kälte geht; ein Eisendrath verlängert sich bey dem Glühendwerden.

Scheinbare Ausnahmen von diesem Gesetze machen Eis, Eisen, Wismuth. Spießglas, Schwefel, wenn sie schmelzen; aber nur scheinbare Ausnahmen.

§. 660. Ehe wir weiter gehen, um die Natur des Wärmestoffs aus den von ihm abhängenden Erscheinungen zu bestimmen, und die Modificationen, die er von andern Materien erleidet, oder in ihnen hervorbringt, zu untersuchen, ist es nöthig, die Werkzeuge näher zu kennen, die durch Vermehrung oder Verminderung des Voluminis gewisser Substanzen als Maassstab zur Bestimmung der Abnahme oder Zunahme der Quantität der freyen Wärmetheilchen in verschiedenen Umständen der Körper, dienen.

T h e r m o m e t e r .

§. 661. Ein Werkzeug, welches uns Aenderungen der Wärme bemerkt, und uns versichert, daß ein gewisser Grad der Wärme, dem das Werkzeug

zug jetzt ausgefetzt ist, derselbige sey, oder nicht sey, dem es ein andermal ausgefetzt war, heißt ein Thermometer, Thermoskop, oder Wärmemesser.

§. 662. Den Maasstab zur Bestimmung der Aenderung der Wärme giebt bey den Thermometern die Aenderung des Voluminis der Substanzen, nemlich die Vermehrung oder Verminderung desselben bey der Zunahme oder Abnahme der freyen Wärmetheilchen. Man wählt dazu solche Stoffe, die von den Veränderungen des Wärmezustandes leicht afficirt und bemerkbar genug durch geringe Zunahmen der Wärme ausgedehnt werden; dergleichen sind tropfbare und elastisch flüssige Körper. Um die Aenderungen des Voluminis desto besser bemerkbar zu machen, schließt man dergleichen Flüssigkeiten in enge gläserne Röhren mit Kugeln ein, damit man durch den Stand in der Röhre die Aenderungen des Volums, die auf die Aenderungen der Wärme schließen lassen, wahrnehmen können.

§. 663. Die gewöhnlichsten Flüssigkeiten, deren man sich zum Füllen der Thermometer bedient, oder eigentlicher, durch deren Ausdehnung und Zusammensziehung man auf die verhältnißmäßige Zunahme und Abnahme der Wärme schließt, sind Luft, Weingeist, und Quecksilber. Die Thermometer erhalten danach den Namen der Luftthermometer, Weingeistthermometer, Quecksilberthermometer. Die Luftthermometer sind die empfindlichsten, und die Luft wird durch gleiche Quantitäten der freyen Wärme stärker expandirt, als ein gleiches Volum einer tropfbaren Flüssigkeit; es treten aber doch dabey auch andere Umstände ein, welche verursachen, daß die Luft kein so gutes Mit-

tel zu Thermometern wird, als das Quecksilber. Dies hat entschiedene Vorzüge vor andern tropfbaaren Flüssigkeiten dadurch, daß, wie die Erfahrung lehrt, seine Ausdehnungen und Zusammenziehungen sehr nahe den Zunahmen, oder Abnahmen der Quantität der freyen Wärmetheilchen proportional sind; daß es leicht von einer gleichförmigen Reinigkeit erhalten werden kann; daß es gegen Aenderungen der Wärme sehr empfindlich ist; daß es starke Grade der Hitze verträgt, ehe es kocht, und eine beträchtlich große Verminderung der Wärme dazu gehört, ehe es gefriert. Diese Eigenschaften hat der Weingeist nicht alle; denn, wenn er gleich noch später gefriert, als Quecksilber, und sich noch stärker ausdehnt, so kocht er doch weit früher, als Wasser, und verwandelt sich leicht in Dunst. Sobald sich aber tropfbare Flüssigkeiten durch Hitze in Dämpfe, oder durch Gefrieren in feste Substanzen verwandeln, so messen sie ganz andere Grade der Ausdehnung, als vorher, und die vorige Scale dient dann keinesweges mehr für dieselben.

De Luc oben (S. 17. n. 3.) angef. Werk §. 410. a. u. ff. §. 422. a. ff. Luz vollständige Anweisung, die Thermometer zu verfertigen, Nürnberg. 1781. gr. 8. Eben- desselben vollständige Beschreibung von allen Barometern, nebst einem Anhang, seine Thermometer betreffend, Nürnberg und Leipzig. 1784. gr. 8.

§. 664. Alle unsere Thermometer zeigen indessen keinesweges die absoluten Quantitäten des freyen Wärmestoffs an, sondern nur, ob die Quantität größer oder geringer sey, als zu einer andern Zeit der Beobachtung. Dem ungeachtet ist das Thermometer, so wie es ist, doch ein überaus wichtiges Werkzeug für den Naturforscher.

§. 665. Cornelius Drebbel von Alkmar in Nordholland wird gewöhnlich für den Erfinder des Thermometers, bey'm Anfange des vorigen Jahrhunderts, angegeben. Sein Thermometer war ein Luftthermometer, und bestand aus einer gläsernen Röhre, die oben mit einer Kugel geschlossen, bis zu einer gewissen Höhe mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt, und mit ihrer untern Oeffnung in ein Behältniß, das eben diese Flüssigkeit enthielt, gesteckt war. Die Luft trieb nun bey ihrer Ausdehnung durch Wärme die Flüssigkeit in der Röhre herunter, oder diese stieg hinauf, wenn sich die Luft durch Kälte zusammenzog. Um das Werkzeug tragbarer zu machen, kann die Röhre Afg (Fig. 125.) unten bey g wieder gekrümmt werden, und in die offene Kugel G auslaufen. Gesezt, die Flüssigkeit stehe in der Röhre bis f, und in der Kugel zur Seite bis G, so wird die Luft zwischen f bis A durch die Ausdehnung bey der Erwärmung die Flüssigkeit herabdrücken; bey der Verminderung der Wärme wird die Luft zwischen f und A sich zusammenziehen, und der Druck der Atmosphäre auf die Fläche der Flüssigkeit in G diese hinauftreiben. Oder es kann noch bequemer die oben bey g offene Glasröhre (Fig. 126.), die unten in die Höhe gekrümmt, und hier mit einer Kugel A geschlossen ist, mit der gefärbten Flüssigkeit so gefüllt werden, daß ein Theil der Kugel A noch Luft enthält. Durch die Zunahme der Wärme wird die Luft in der Kugel A sich ausdehnen, und die Flüssigkeit über f in die Höhe treiben; durch die Verminderung der Wärme wird die Luft in A sich zusammenziehen, und die Flüssigkeit wird von f herabgedrückt werden. Dies Drebbelische Luftthermome-

ter

ter hat aber den beträchtlichen Fehler, daß die äußere Luft zugleich darauf wirkt, und daß nach Verschließendheit des Druckes derselbigen die Flüssigkeit in der Röhre verschiedentlich hoch stehen kann, bey einem ley Grad der Wärme. Wegen der großen Empfindlichkeit ist diese Einrichtung indessen doch immer sehr vorthellhaft zu nutzen, um momentane und schnell vorübergehende Aenderungen der Wärme dadurch zu erforschen.

Von Amontons und Bernoullis Luftthermometer wird in der Folge bey der Luft gehandelt werden.

In welcher Schrift handelt Drebhel von diesem Thermometer?

§. 666. Die Florentiner Akademie gab ein anderes Thermometer an, das in einer oben verschlossenen gläsernen Röhre mit einer unten befindlichen Kugel besteht, worin gefärbter Weingeist eingeschlossen ist. Man bemerkte an der Röhre einen Punct, wobey die Flüssigkeit in einer gemäßigten Temperatur stehet, z. B. in einem tiefen Keller, und brachte nun an der Röhre über und unter diesem Puncte eine willkürliche Eintheilung in Grade an, so daß man jenen Punct mit 0 bezeichnete, und die Grade des Thermometers auf- und abwärts zählte. Da aber bey diesem Florentinischen Thermometer jener Punct nicht mit Sicherheit bestimmt werden, und die Grade über und unter demselben nur willkürlich aufgetragen werden können, so sieht man leicht die Unbrauchbarkeit desselben, um bestimmte Grade der Wärme und Kälte darnach zu messen, und die Unsauglichkeit der Methode, um darnach vergleichbare Thermometer zu machen.

Tentamina experimentorum naturalium captorum in acad. del Cimento, edit. a Muschenbroek, S. 2. ff.

§. 667.

§. 667. Fahrenheit machte sich daher um die Verbesserung der Thermometer dadurch sehr verdient; daß er zwey ziemlich feste Punkte daran bestimmte und den Abstand derselben von einander in eine bestimmte Anzahl Theile oder Grade eintheilte; so wie auch dadurch, daß er sich, nach Halley's Rathe, nachher des Quecksilbers zum Füllen der Thermometerröhren bediente. Die Entfernung zweier solcher festen Punkte an dem Thermometer nennt man den Fundamentalabstand. Fahrenheit nahm zum untern Punkte die Temperatur, welche ein Gemisch aus gleichen Theilen Schnee und Salmiak hat, oder den künstlichen Frostpunkt (*punctum congelationis artificialis*), und zum obern Punkte die Hitze des siedenden Wassers, den Siedepunkt. Er setzte bey jenem 0, und theilte diesen Fundamentalabstand in 212 gleiche Theile, so daß also diese Zahl für den Grad des kochenden Wassers war. Auch unter 0 trug er noch eben so große Grade, als oberhalb waren. Für die Hitze des kochenden Quecksilbers kommen 600 seiner Grade. Gewöhnlich macht man aber die Scale dieser Thermometer nur bis an den Siedepunkt des Wassers.

Herm. Boerhaave elementa chemiae. Lips. 1732. 8. T. I. S. 146. ff.

§. 668. Herr von Reaumur nahm nachher zum untern Punkte an der Scale des Thermometers den bequemern natürlichen Frostpunkt (*punctum regelationis*), oder die Temperatur des schmelzenden Schnees und Eises an; füllte das Thermometer mit Weingeist, der, um die Hitze des kochenden Wassers auszuhalten, mit Wasser verdünnt war, und theilte

den

den Fundamentalabstand von jenem Punkte bis zum Siedepuncte in 80 gleiche Theile, (weil er gefunden hatte, daß sein Weingeist sich um 0,080 seines Volumens, das er beim natürlichen Frostopuncte hatte, ausdehnte); und setzte also 0 bey diesem Frostopuncte, 80 bey dem Siedepuncte. Unter 0 wurden ebenfalls so große Grade an der Scale aufgetragen, als nach oben zu. Der natürliche Frostopunct, oder das Reaumurische 0, ist bey Fahrenheit 32 Grad.

1. Règle pour construire des thermomètres, dont les degrés soient comparables, in den *Mémoires de l'acad. royale des sc.* 1730. S. 452. ff. Second mémoire; eben das 1731. S. 250. ff.

§. 669. Man hat nachher Reaumur's Scale auch für die Quecksilberthermometer angewendet. Sie trifft aber nicht mit der Graduierung des wahren Reaumurischen Thermometers überein, und dieses zeigt daher mit einem Quecksilberthermometer, das die Reaumurische Scale hat, in einerley Wärme nicht einerley Grade; und wenn man sich der Reaumurischen Scale bedient, so müßte man auch immer bestimmen, ob man bey derselben ein Quecksilber- oder ein Weingeistthermometer gebraucht habe.

De Luc a. a. O. S. 440. u. ff.

§. 670. Man hat nachher noch mehrere Einteilungen des Fundamentalabstandes oder Scalen eingeführt; aber wirklich ohne Noth die Thermometersprache dadurch unbequemer gemacht. De Lisle setzte bey dem Siedepuncte des Wassers 0, und bey dem natürlichen Gefrierpuncte 150, weil das Volumen des Quecksilbers in der Temperatur des letztern um 0,0150 geringer sey, als in der des erstern. Celsius

hin-

hingegen theilt den Fundamentalabstand vom natürlichen Frostpuncte bis zum Siedepuncte in 100 gleiche Theile, und setzt bey jenem 0, bey diesem 100. Diese Scale heißt auch die schwedische.

§. 671. Die Hauptsache bey der Graduirung der Scale der Thermometer ist die Bestimmung zweyer, hinlänglich unterschiedener, unveränderlicher Puncte, oder des Fundamentalabstandes, die, wenn sie immer wieder gefunden werden können und ihr Abstand hernach in gleich große Theile eingetheilt wird, uns in den Stand setzen, harmonisirende Thermometer zu machen. Man ist jetzt allgemein übereingekommen, die Temperatur des schmelzenden Schnees oder den natürlichen Gefrierpunct, und die Temperatur des siedenden Wassers für die beiden festen Puncte der Thermometerscale anzunehmen, deren Abstand man in 180 Theile, wenn man Fahrenheits Scale, oder in 80 Theile, wenn man Reaumur's Scale, oder in 100 Theile theilt, wenn man Celsius Scale haben will. Um Delisle's Scale zu erhalten, theilt man diesen Fundamentalabstand in 150 Theile, und zählt von oben herab. Dies gilt alles nur vom Quecksilberthermometer.

Die Fahrenheit'sche, Reaumur'sche und Celsius'sche Scales lassen sich leicht unter einander vergleichen, wenn man weiß, daß 180 F. 80 R. und 100 C. Grade einander gleich sind, nur muß es bey der Reaumur'schen Scale dann ein Quecksilberthermometer seyn. Es sind demnach $180^{\circ} \text{F.} = 80^{\circ} \text{R.} = 100^{\circ} \text{C.}$; $9^{\circ} \text{F.} = 4^{\circ} \text{R.}$ 5°C. ; und also:

$$1 \text{ Gr. R.} = 2\frac{1}{4} \text{ F.} = 1\frac{1}{5} \text{ C.}$$

$$1 \text{ Gr. F.} = \frac{4}{9} \text{ R.} = \frac{5}{9} \text{ C.}$$

$$1 \text{ Gr. C.} = 1\frac{1}{5} \text{ F.} = \frac{4}{5} \text{ R.}$$

Wenn man aber Reaumur'sche und Celsius'sche Grade auf Fahrenheit'sche, oder umgekehrt diese auf jene, reduciren will, so muß man nicht vergessen, daß Fahrenheits noch 32 feiner Grade unter dem Reaumur'schen oder

oder Celsius'schen 0 zählt. Um Delisle'sche Grade in Fahrenheit'sche zu verwandeln, zieht man die gegebene Anzahl von 150 ab, weil Delisle von oben herunter zählt, multiplicirt den Rest mit 6, dividirt das Product durch 5, (weil 180° F. mit 150 des Delisle, oder 6 mit 5 übereinkommen); zu dem Quotienten addirt man noch 32, weil Fahrenheit diese noch unter dem natürlichen Frostpuncte hat. Um Delisle'sche Grade in Reaumur'sche zu verwandeln, so zieht man die gegebene Anzahl Grade von 150 ab, multiplicirt den Rest mit 8, und dividirt das Product durch 15, weil 80° R. mit 150° Delisl. oder 8 mit 15 übereinkommen; und um die Delisle'schen Grade auf Celsius'sche zu bringen, so verfährt man eben so, multiplicirt den Rest mit 2, und dividirt das Product durch 3, weil 100° C. mit 150° Delisl. oder 2 mit 3 übereinkommen.

Umgekehrt, um Fahrenheit'sche, Reaumur'sche oder Celsius'sche Grade in Delisle'sche zu verwandeln, so zieht man die gegebene Anzahl der erstern von 212, der andern von 80, der dritten von 150 ab; multiplicirt den Rest der erstern mit 5, der andern mit 15, der dritten mit 3; und dividirt das Product der erstern mit 6, der andern mit 8, der dritten mit 2, so giebt der Quotient die Delisle'schen Grade an.

Allgemeine Formeln zur Vergleichung der Thermometergrade verschiedener Scalen, hat Hr. Hindenburg gegeben. (*Nov. Fidei. Hindenburg. Pr. formulae comparandis gradibus thermometricis idoneas. Lips. 1791. 4.*)

Bequem sind die Vergleichungsthermometer (*Thermometres de comparaison*), wo man die angeführten verschiedenen Scalen zugleich aufträgt.

Van Swinden Diss. sur la comparaison des thermomètres. Amsterd. 1778. 8.

§2 672. Da die Hitze des kochenden Wassers nur bey einerley Druck der Atmosphäre unveränderlich ist, und das Wasser bey größerm Druck der Atmosphäre eine größere, bey geringerem eine geringere Hitze zum Sieden erfordert, so sieht man leicht, daß der Siedepunct nicht unveränderlich ist. Daher ist es zur genauen Bestimmung des Fundamentalabstandes nöthig, den Siedepunct entweder nur bey einer bestimmten Normal- Barometerhöhe zu suchen,

then, oder ihn bey einer andern Barometerhöhe darnach zu berichtigen. Die von der königlichen Societät zu London zur Berichtigung dieses Gegenstandes niedergesetzten Commissarien, Cavendish, De Luc, Maskelyne und Horsley rathen an, den Siedepunct am Thermometer entweder bloß im Dampfe des siedenden Wassers zu bestimmen, das in einem verschlossenen Gefäße kocht, in welchem die Dämpfe sich selbst den Ausgang verschaffen können, doch so daß das siedende Wasser selbst die Thermometerkugel nicht berührt; oder die Kugel des Thermometers in das kochende Wasser selbst zwey bis drey Zoll tief einzusenken. Zur Normalhöhe des Barometers bestimmen sie für die erstere Methode 29,8 engl. Zoll, die 27 F. 11,538 L. = 335,538 Lin. parif. gleich sind; für die zweyte aber 29,5 engl. Zoll, die mit 27 F. 8,16 L. oder 332,16 Linien parif. übereinkommen. Da nun genaue Versuche lehren, daß eine Aenderung des Barometerstandes von $29\frac{1}{2}$ bis $30\frac{1}{2}$ Zoll engl. (332,16 L. bis 343,42 L. parif.) eine Aenderung des Siedepunctes von 80,54 Gr. auf 81,25 Gr. Reaum. machte, oder, daß um Einen Zoll (engl.) Zunahme des Barometerstandes der Siedepunct um 0,71 Gr. Reaum. = 1,59 Gr. Fahrenh. höher zu liegen kommt; da folglich jede Aenderung des Barometerstandes um 0,114 F. engl. = 1,283 Linien parif. eine Aenderung des Siedepunctes von 0,114 . 1,59 = 0,181 Gr. Fahrenh. d. i. eine Aenderung um $\frac{1}{1033}$ des ganzen Abstandes zwischen dem Siedepuncte und natürlichen Gefrierpuncte zuwege bringt; so hat man daraus folgende Regel zur Berichtigung des Siedepunctes festgesetzt. Man beobachte zu der Zeit, da man den Siedepunct am Thermometer bestimmt, die Baro-

mes

meterhöhe, und wenn sie um $n = 0,114$ F. engl. (oder $n = 1,28$ Linien parisi.) höher oder niedriger ist, als die Normalhöhe des Barometers seyn muß, so muß

man den gefundenen Siedepunct um $\frac{n}{1000}$ seines

Abstandes vom Gefrierpuncte tiefer herab, oder höher hinauf setzen. — Das Wasser, worin man den Siedepunct bestimmt, muß reines destillirtes oder Regenwasser seyn, indem Salztheile sonst den Siedepunct erhöhen können.

Bericht einer von der königl. Soc. der Wissensch. zu London niedergesetzten Commission, über die beste Methode, die festen Puncte des Thermometers zu bestimmen, a. d. *Philos. Transact. Vol. LXVII. P. II. n. 37.* übers. in den Samml. zur Phys. und Naturgesch. B. I. S. 643. ff. Luz vollständige Beschr. von Barometern, Anh. S. 32. Gehler's phys. Wörterb. Th. IV. S. 336. ff.

§. 673. Zur Bestimmung des untern Punctes am Fundamentalabstande wählt man die Temperatur des zergehenden reinen Schnees oder reinen Eises, worin man das Thermometer senkt, und hinlängliche Zeit stehen läßt. Diese Methode ist sicherer, als wenn man das Thermometer in eben gefrierendes Wasser setzt. Der künstliche Frostpunct aus Schnee und Salmiak ist sehr unzuverlässig.

De Luc a. a. O. Th. I. §. 438. c. Luz Anweis. Thermometer zu verfertigen §. 122 — 129.

§. 674. Thermometer, welche mit der nöthigen Genauigkeit verfertigt, und mit einerley Flüssigkeit gefüllt sind, harmoniren mit einander, oder zeigen bey gleichen Aenderungen der Wärme oder Kälte einerley Grade an. Wenn man aber auch noch so genau bey ihrer Verfertigung verfährt, so

bleib

Wesßen sie doch noch einigen kleinen, schwerlich abzu-
helfenden, Mängeln ausgesetzt, die besonders darin
bestehen, daß die Wärme oder Kälte nicht allein die
Flüssigkeit des Thermometers ausdehnt oder zusam-
menzieht, sondern daß auch das Glas der Kugel und
Röhre so wie die Scale selbst diese Veränderungen
erleidet.

Noch ist hier zu bemerken, daß die Röhre gehörig
calibrirt, und von einem hinlänglich kleinen Durch-
messer des Inwendigen der Röhre (bey den Quecksil-
berthermometern höchstens 1 Linie) und einer schickli-
chen Länge sey, das Quecksilber gehörig von Luft gerei-
niget, und überhaupt in der möglichsten Reinigkeit an-
gewendet werde.

Thermometer mit kleinern Kugeln sind empfindli-
cher, als die mit größern; noch empfindlicher sind
cylindrische Thermometer. Die Kugel des Thermo-
meters muß zu genauen Beobachtungen das Brete
nicht berühren.

In den Schriften über die Verfertigung der Thers-
mometer gehört noch außer den oben (§. 663.) anges-
führten: Strohmeyers Anleitung übereinstimmende
Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. gr. 8.

§. 675. Folgendes ist ein Verzeichniß einiger
merkwürdigen Temperaturen:

(Das Zeichen — bedeutet den Stand des Quecksilbers
unter 0; das + aber über 0.)

| | F. | R. | C. | Del. |
|--|-------|-------|-------|------|
| Quecksilber gefriert | — 40 | — 32 | — 40 | 210 |
| Eis und rauchender
Salpetergeist | — 24½ | — 25 | — 31½ | 196½ |
| Schnee und Salmiak | 0 | — 14½ | — 17½ | 178½ |
| Weineßig gefriert | + 28 | — 1½ | — 2½ | 153½ |
| Reines Wasser gefriert,
schmelzender Schnee | + 32 | 0 | 0 | 150 |
| Gemäßigste Wärme
der Luft | + 64 | + 14½ | + 17½ | 184 |
| Menschl. Blutwärme | + 96 | + 28½ | + 35½ | 96½ |
| Schmelzendes Wachs | + 140 | + 48 | + 60 | 60 |

Stes

| | F. | R. | C. | Deß. |
|-----------------------------------|-------|---------------------|---------------------|------------------|
| Siedender Alcohol | + 174 | + 63 $\frac{1}{2}$ | + 78 $\frac{3}{4}$ | 31 $\frac{1}{4}$ |
| Siedendes Wasser | + 212 | + 80 | + 100 | 0 |
| Schwefel fängt an zu
schmelzen | + 234 | + 89 $\frac{3}{4}$ | + 112 $\frac{3}{4}$ | |
| Reines Zinn schmelzt | + 420 | + 172 $\frac{3}{4}$ | + 215 $\frac{3}{4}$ | |
| Bismuth schmelzt | + 460 | + 190 $\frac{3}{4}$ | + 237 $\frac{3}{4}$ | |
| Bley schmelzt | + 540 | + 225 $\frac{3}{4}$ | + 282 $\frac{3}{4}$ | |
| Quecksilber siedet | + 600 | + 254 $\frac{3}{4}$ | + 315 $\frac{3}{4}$ | |

§. 676. Größere Grade der Hitze, die über den Siedepunct des Quecksilbers gehen, und die wir folglich nicht mehr durch unsere damit gefüllte Thermometer messen können, weil das Quecksilber dann seinen Aggregatzustand der tropfbaren Flüssigkeit ändert, und in Dampf verwandelt wird, hat man durch Pyrometer zu messen gesucht, die aber jetzt noch sehr unvollkommene und unzulängliche Werkzeuge sind, eine gleichförmige Zunahme und Abnahme der Hitze anzuzeigen. Es gehören hierher:

1) Mortimers Metallthermometer.

A discourse concerning the usefulness of thermometers in chemical experiments — with description and uses of a metalline thermometer, newly invented by *Croww. Mortimer*; in den *philos. Transact. Vol. XLIV. 1735. n. 484. Append. S. 672. Schlers phys. Wörterb. Th. IV. S. 359.*

2) Des Grafen von Löfers Metallthermometer.

Thermometri metallici ab inventione Comitiss Loefseri descriptio, auct. Io. Dav. Titio, Lips. 1765. 4. Eberts hards Naturlehre S. 364.

3) Zeibers Metallthermometer.

Thermometri metallici descriptio, auct. Io. Ern. Zeibers; in den nov. comment. petrop. T. IX. S. 305. ff.

4) Bede

4) Wedgemoths Pyrometer. Dies macht allen andern den Vorzug streitig. Es gründet sich auf die Eigenschaft der Thonerde, sich im Feuer zusammen zu ziehen.

Philosophic. Transact. Vol. LXXII.

Freie oder strahlende Wärmematerie.

§. 677. Freie Wärmematerie nenne ich diejenige, die sich in dem Zustande der Bewegung befindet. Da sie nur in diesem Zustande die Empfindung der Hitze oder Wärme auf uns hervorbringt, so nennt man sie auch fühlbare Wärmematerie (*materia caloris sensibilis*); und weil sie nur in diesem Zustande das Thermometer afficirt, *thermometrische Wärmematerie*. Alle in der Folge bezubringende Phänomene, die durch die freie Wärmematerie veranlaßt werden, lassen sich nicht genuthuend erklären, wenn man nicht annimmt, daß sie eine discrete elastische Flüssigkeit ist, deren Theilchen von einander durch große Zwischenräume in Beziehung auf ihren Durchmesser von einander abgesondert sind. Ihre Elasticität ist Folge der Expansivkraft, und der dadurch bewirkten Bewegung ihrer Theilchen (§. 340.). Selbst die Empfindung der Wärme oder der Hitze für unser Gefühl ist Folge dieser expansiven Kraft der Wärmethelchen, und des dadurch bewirkten Reizes auf unsere Nerven.

§. 678. Die freien Wärmethelchen werden von der Expansivkraft ursprünglich afficirt, ohne zugleich der Schwerkraft unterworfen zu seyn. Es ist also der Wärmestoff eine imponderabele Flüssigkeit. Hieraus folgt, daß die freie Wärmematerie eine strah-

lende Flüssigkeit seyn müsse, deren Theilchen von dem Orte aus, wo sie frey werden, im leeren Mittel sich ungehindert nach allen Richtungen geradlinig verbreiten, wie die Radii einer Kugel vom Centrum nach der Peripherie zu, und daß sie da, wo sie in ihrem Fortgang aufgehalten, und sonst nicht in ihrer Expansivkraft ruhend gemacht werden, unter eben dem Winkel zurückstrahlen, unter dem sie afficiren. Der Wärmestoff ist also hierin dem Lichte ähnlich, und den völlig freyen Wärmestoff können wir daher auch strahlende Wärmematerie (calor radians) nennen. Die geradlinigte Strahlung der Wärmethelchen läßt sich durch die Reflexion derselben (auch wenn sie ohne alles Licht, und bloß so genannte dunkle Wärme sind,) von Hohlspiegeln, und dann durch die sogenannte Zurückstrahlung der Kälte vermittelt dieser Hohlspiegel entscheidend beweisen, wie die Versuche des Hrn. Viciets lehren. Diese geradlinigte Strahlung würde aber mit der Schwere der Theilchen gar nicht zusammen bestehen können. Da die Zurückstrahlung der Wärmethelchen nach eben den Gesetzen, als das Licht, erfolgen, so widerspricht dies auch zu gleicher Zeit diejenigen, welche den Ausfluß derselben als einen contiguousen Strom, oder als eine zusammenhängende Flüssigkeit ansehen.

Erfahrung. 1) Zwey Hohlspiegel, die sich ganz gleich sind, werden gegen einander über in einer Entfernung gestellt, die die Summe ihrer Brennweiten übertrifft. In den Brennpunct des einen stellt man eine heiße, nicht glühende, Kugel, oder eine mit heißem Wasser gefüllte kleine Phiole, in den Brennpunct des andern ein empfindliches Thermometer. Das letztere steigt hier merklich über die Temperatur des umgebenden Mediums; außer dem Brennpuncte nicht merklich.

2) Der Apparat der Hohlspiegel steht an einem Orte, dessen Temperatur verschiedene Grade über dem Gefrier-

Hierpunkt ist. In dem Brennpuncte des einen Spiegels stehe ein empfindliches Thermometer, in dem des andern ein Stück Eis. Das Thermometer sinkt, so wie es in den Brennpunct gestellt wird, bleibt aber unveränderlich außer dem Brennpuncte.

Lamberts Pyrometrie, oder vom Maasse des Feuers und der Wärme. Berlin 1779. 4. S. 201. ff. Saussure Reisen durch die Alpen. Th. IV. Leipz. 1782. 8. S. 925. Mark. Aug. Pictets Versuch über das Feuer. a. d. Franz. Tübingen 1790. 8. Kap. III. Ueber das Gleichgewicht des Feuers und die scheinbare Reflexion der Kälte, von Hrn. Prevost; in Grens Journal d. Phys. B. VI. S. 325. ff.

Aus Versuchen des Hr. Pictets scheint zwar zu folgen, daß die Wärmetheilchen ein vorzügliches Bestreben haben, sich nach oben zu auszubreiten (tendance antigrave); indessen ist dieser Schluß doch noch gegrüneten Einwürfen ausgesetzt.

Pictet a. a. D. S. 36. ff. Zehnter Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metherie über die Geschichte der Erde; in Grens Journ. d. Phys. B. V. S. 439. S. 30. ff.

§. 679. Es folgt aus der geradlinigten Strahlung der Wärmetheilchen, daß die Stärke dieses Ausflusses aus einem Puncte, oder die Quantität der Wärmetheilchen, die davon zu einer gegebenen Fläche gehen, im umgekehrten Verhältniß der Quadrates Entfernungen abnehme. Erfahrungen hierüber hat Lambert angestellt.

Lamberts Pyrometrie S. 197. ff.

Das Gesetz kann in der Luft nur bey Entfernungen stattfinden, die in einerley horizontaler Ebene liegen.

Pictet a. a. D. S. 31.

§. 680. Die Beschleunigung der Expansivkraft, die die Theilchen des Wärmestoffs in Bewegung setzt, ist, wie bey ihrer Wirkung auf den Lichtstoff, so groß, daß die Bewegung der freyen Wärmetheilchen für Versetzungen aus einem Orte in den andern bey unsern Versuchen auf der Erde instantan zu seyn scheint.

scheint. Für sehr große Räume würde die Geschwindigkeit allerdings meßbar seyn. Uebrigens ist hier nur vom völlig freyen Wärmestoff die Rede; denn die anderen Materien adhärirenden Wärmetheilchen pflanzen sich, wegen ihrer durch die Cohärenz geschwächten Expansivkraft, mehr oder minder langsam fort.

Dietrichs Verß. §. 64 — 67.

§. 681. Die Intensität der Hitze oder Wärme hängt von der Quantität der freyen Wärmetheilchen in einerley Raume, oder ihrer Dichtigkeit ab. Die durch ihre Wirkung aufs Thermometer bestimmten Intensitäten der Hitze nennen wir auch die Temperaturen (temperies) der Körper.

§. 682. Wenn man einem Körper, dessen Temperatur über die des umgebenden Mediums und des darin befindlichen Thermometers merklich erhöht ist, ein empfindliches Thermometer nähert, auf welcher Seite man will, so zeigt das Thermometer eine höhere Temperatur. Diese erhöhte Temperatur bleibt aber nicht beständig, sondern sie kömmt nachher allmählich wieder zu der Temperatur des umgebenden Mediums zurück. Dies folgt aus der Strahlung des Wärmestoffs. Jeder erhitzte Körper (wenn er nicht einer daurenden Quelle neuer Wärme ausgesetzt ist) verliert so nach und nach seinen Ueberschuß der Temperatur über die umgebenden, und es ist kein Körper der Erde bekannt, der vermögend wäre, die höhere Temperatur zurückzuhalten. Es giebt also für den Wärmestoff keine undurchdringliche Hülle.

§. 683. Wenn ein Körper eine höhere Temperatur hat, als ein anderer, der mit ihm zusammen-

gebracht wird, so pflanzt sich die Wärme aus jenem in diesem fort, und der kältere entzieht den Ueberschuß der Wärme dem wärmern. Der eine verliert also, und der andere überkümmt, und dies dauert so lange, bis das Thermometer in beiden eine gleichförmige Temperatur anzeigt.

§. 684. Da aus einem warmen oder erhitzten Körper nur in so fern Wärme weggeführt wird, in so fern die umgebenden Körper weniger warm sind, so sagt man, daß die Wärme eines Körpers, oder eines umgebenden Mittels, allemal einem gleich großen Grade von Wärme in dem andern Körper das Gleichgewicht halte.

§. 685. Bey diesem Gleichgewicht des Wärmestoffs in Körpern von einerley Temperatur muß man aber nicht die Vorstellung haben, daß derselbe durch sich selbst zurückzuhalten sey, oder daß er sich durch den Gegendruck des eben so elastischen Wärmestoffs in einer gleichförmigen Spannung oder Dehnung befinde, wie etwa zwey mit Federkraft begabte Stahlfedern oder Polster im Gleichgewicht sind. Diese Idee streitet schlechterdings mit der Natur des Wärmestoffs, der, als eine discrete Flüssigkeit, so wenig sich selbst zurückzuhalten kann, als zwey Ausflüsse von Licht sich wechselseitig hemmen können.

Die Vorstellung von Spannungen, und darauf gegründeten absoluten und specifischen Elasticitäten des Wärmestoffs, legt Hr. Mayer in seiner sonst sehr schätzbaren Abhandlung zum Grunde: Ueber die Gesetze und Modificationen des Wärmestoffs, von Joh. Tob. Mayer. Erlangen 1791. 8.

§. 686. Das Gleichgewicht der Wärme besteht vielmehr in der Gleichheit der durch die Strahlung

des freyen Wärmestoffs hervorgebrachten Wechsel. Wenn sich nemlich zwey benachbarte Körper wechselseitig eine gleiche Anzahl Wärmetheilchen in einer gegebenen Zeit zuschicken, oder mit andern Worten, wenn in einerley Zeit in den einen Körper so viel freye Wärmetheilchen aus dem andern strömen, als von ihm zu demselben treten; so ändert sich natürlicherweise die Temperatur nicht, da die Quantität der freyen Wärmetheilchen in den Körpern gleich bleibt, und von derselben die Temperatur abhängt. Gesezt aber, es verlöre in dem einen Körper die Wärmematerie ihre Strahlung, so würde ihm von dem andern Körper mehr davon zufließen, als er je nem wieder zusendet, und so würde die Temperatur in jenem abnehmen, und dies würde so lange dauern, bis die Wechsel ihrer strahlenden Wärmetheilchen wieder gleich wären.

Prevost recherches sur la chaleur Ch. I. Ebenderf. vom Gleichgewicht des Feuers §. 1.

§. 687. Wenn also ein Körper in einerley Zeit eben so viel freye Wärmetheilchen ausstrahlt, als er empfängt, und umgekehrt, so ist seine Temperatur daurend. Wenn er mehr empfängt, als er ausstrahlt, ohne diese empfangene Wärmetheilchen zu binden, oder in ihrer Expansivkraft zu ändern, so wird seine Temperatur zunehmen, d. h. er wird erhitzt werden. Wenn er hingegen mehr aussendet, als er empfängt, so wird seine Temperatur vermindert werden, d. h. er wird erkältet.

§. 688. Wenn sich eine Quelle von Wärme öffnet, und die ihr ausgesetzten Körper die davon ausfließenden Wärmetheilchen in größerer Menge empfangen

pfangen, als sie dahin ausströmen, so werden sie erhitzt werden. Da sie aber in einer gegebenen Zeit nur eine bestimmte Quantität davon empfangen können, so muß auch eine gewisse Zeit für sie nöthig seyn, um einen gegebenen Grad von Temperatur zu erreichen oder bis zu einem gewissen Grade erhitzt zu werden. Wenn wir nun hierbey nicht nur Maassen und Volumina, sondern auch die Natur der Körper, folglich ihre Empfänglichkeit für die freye Wärmematerie, gleich setzen, so folgt, daß ihre durch die Mittheilung erhaltene Temperatur von der Zeit und der Intensität des Wärmestoffs abhängen muß.

Wenn also ein Körper gleichförmig eine Zeit hindurch Wärme ausströmt, und als eine ununterbrochene Quelle des Wärmestoffs anzusehen ist, so wird ein Thermometer, in einer gewissen Entfernung davon eine kurze Zeit gehalten, nicht so hoch steigen, als in einer längeren Zeit. Und wenn eben dasselbige Thermometer zweyen Wärmequellen, deren Intensitäten verschieden sind, gleich stark genähert wird, so wird es in einerley Zeit nicht von einerley Temperatur zu gleichen Graden steigen, sondern durch den heißern Körper höher, als durch den minder heißen.

§. 689. Es ist also die Zunahme der Temperatur eines und desselbigen Körpers (so lange seine Natur unverändert bleibt) in einer gegebenen Zeit der Intensität der Wärme des wärmeverbreitenden Körpers proportional. Eben so ist auch klar, daß sie sich wie die Zeit verhalten muß, wenn die Intensität der Quelle der Wärme beständig und unveränderlich ist, und aus dem erwärmten Körper keine Wärme wieder ausströmen oder sonst verschluckt werden kann.

§. 690. Aus beiden Sätzen zusammen folgt demnach, daß die Anhäufung der freyen Wärmematerie

terie in einem Raume, aus dem sie nicht wieder herv austritt, in einem zusammengesetzten Verhältnisse der Zeit und der Intensität der Wärme des die Wärme zuführenden Körpers sey, oder sich verhalte, wie die Intensität der die Wärme hervorbringenden Ursache multiplicirt mit der Zeit.

Prevost recherches §. 12 — 15.

§. 691. Wenn die Temperatur eines Körpers gleich bleibt, so wird die aus ihm ausstrahlende Wärmematerie ebenfalls in einem zusammengesetzten Verhältnisse der Intensität seiner Wärme und der Zeit seyn.

Wenn die Zeit gleich ist, so wird ein und derselbige Raum oder Körper, der noch einmal so heiß, oder worin die Dichtigkeit des freyen Wärmestoffs noch einmal so groß ist, doppelt so viel Wärmestrahlen ausscheiden. Und wenn die Intensität seines freyen Wärmestoffs gleich bleibt (immer wieder gleichförmig ersetzt wird), so wird er in der doppelten Zeit noch einmal so viel Wärmestrahlen ausströmen.

Prevost recherches §. 16.

§. 692. Jeder Körper, der Wärmestoff mitgetheilt erhält, strömt zu gleicher Zeit auch Wärmestoff aus, und die Erhitzung desselben ist daher nur die Differenz der Quantitäten dieser ein- und ausströmenden Wärmetheilen.

§. 693. Die Erhitzung oder Erkältung eines der Luft ausgesetzten Körpers, ist, wenn die Temperatur der Luft gleich bleibt, in gleichen Zeittheilen der Differenz der anfänglichen Temperaturen gleich. Dies Gesetz folgt aus dem vorhergehenden ungezwungen, und Richmann hat es durch eine Reihe sinnreicher Versuche zu bestätigen gesucht.

Inquisitio in legem, secundum quam calor fluidi in vase contenti certo temporis intervallo in temperie aëris

*caloris constantem eodem decrefcit, vel crefcit, et de-
tectio eius, auct. Geo. Wilh. Richmanno; in den nov.
comment. petrop. T. I. S. 191. Lambert a. a. D. f.
255. ff. Prevost recherches f. 18.*

§. 694. Wenn ein erhitzter Körper in einem kalten Mittel sich befindet, dessen Temperatur sich gleich bleibt, so führt die Strahlung der Wärme in jedem Augenblick einen Theil der innern Wärme des Körpers weg, welcher der in ihm zurückbleibenden Wärmemenge proportional ist.

Wenn also der Körper $\frac{1}{2}$ seiner innern Wärme in einem Augenblick verliert, so werden nach dem ersten Augenblick noch $\frac{1}{2}$ seiner primitiven Wärmemenge übrig bleiben; er wird im zweiten Augenblick wieder $\frac{1}{2}$ von diesen $\frac{1}{2}$ verlieren, und es werden $\frac{1}{4}$ von den $\frac{1}{2}$ der primitiven Wärmemenge übrig bleiben, u. f. f.

Newton opusc. T. II. S. 422, und Princip. philof. nat. L. III. Prop. VIII. Cor. IV. Richmann a. a. D. S. 195. Lambert a. a. D. f. 258. Prevost a. a. D. f. 19.

§. 695. Diesem Gesetze gemäß geschieht die Erwärmung oder Erkältung eines Körpers in einem Mittel, dessen Temperatur constant ist, dergestalt, daß die Unterschiede seiner Wärme von der des Mittels in einer geometrischen Progression sind, während die Zeiten der Erhitzung oder Erkältung in arithmetischer Progression fortgehen.

Anwendung von diesem allgemeinen Gesetze der Erkältung oder Erhitzung in Fällen, wo die sich die Wärme mittheilenden Körper beide die Temperatur ändern, hat Prevost a. a. D. f. 20.

§. 696. Alles bisher vorgetragene gilt im strengen Sinne nur von der strahlenden Wärmematerie, die ungehindert und frey durch die Zwischenräume der Körper sich als expansibele Flüssigkeit bewegt. Wenn nun die Wärmematerie durch die materiellen

Theil

Theile keine Aenderung in ihrer Expansivkraft erlitten, so würde nach der Natur der Wärmematerie selbst folgen, daß bey gleichen Temperaturen der Körper die absoluten Quantitäten des Wärmestoffs sich verhalten müßten wie die Zwischenräume der Körper, die die Wärmetheilchen aufnehmen. Denn wenn gleiche Temperaturen gleiche Dichtigkeit der strahlenden Wärme voraussetzen, (§. 686.) so müssen die Zwischenräume in Körpern von gleicher Temperatur, von gleich dichtem Wärmestoff durchströmt werden, und bey gleichen Temperaturen müssen also gleich viel Zwischenräume gleiche Quantitäten des Wärmestoffs enthalten. Es würde hieraus folgen, daß bey gleichen Temperaturen und Volumen zweyer Körper die absoluten Quantitäten der strahlenden Wärmematerie, die sie enthielten, sich umgekehrt verhielten wie die wahren Dichtigkeiten dieser Körper. Die Erfahrung lehrt aber, daß die Wärmetheilchen, die mit den materiellen Theilchen der Körper in Berührung kommen, Modificationen ihrer Expansivkraft durch die Cohärenz mit denselben erleiden, so wie sie selbst merkliche Veränderungen in diesen Körpern hervorbringen. Wir müssen diesemnach die strahlende Wärmematerie von derjenigen unterscheiden, die auf ihrem Wege den Bestandtheilen der Körper begegnet, und nach der verschiedenen Cohärenz mit denselben Modificationen ihrer Expansivkraft, und der davon abhängenden Bewegung und wärmemachenden Kraft erleidet.

Hr. Dictionet nennt diese durch die materiellen Theilchen der Körper modificirte Wärme fortgepflanzte Wärme (*cha leur propagée*); Hr. Prevost *chaleur genée*.

§. 697. So lange zwey Körper gleichartig bleiben, so kann es gar keinem Zweifel unterworfen seyn, daß, wenn die Temperaturen derselben gleich sind, die absoluten Quantitäten des freyen Wärmestoffs sich darin verhalten wie die Massen oder Volumina. Der Wärmestoff mag darin Abänderungen seiner Expansivkraft erleiden oder nicht, so wird im erstern Falle dies immer auf gleiche Art geschehen, und immer werden doppelt so viel Zwischenräume doppelt so viel Wärmetheilchen fassen, wenn die Dichtigkeiten der letztern, oder die Temperaturen gleich bleiben,

§. 698. Es folgt hieraus, daß, wenn zwey gleichartige Körper von ungleichen Temperaturen mit einander gleichförmig vermengt werden, sich die Wärme beider zusammen gleichförmig durch das ganze Gemenge ausbreiten, und die Vertheilung des Ueberschusses der Wärme den Volumen oder Massen derselben proportional seyn müsse. Die Erfahrung bestätigt diese von Richmann angegebene Regel vollkommen, wenn man das zugleich in Anschlag bringt, was von der Wärme während dem Zusammenmischen an die umgebende Luft oder das Gefäß, worin man die Mischung macht, tritt.

Wenn also T, t , die verschiedenen Grade der Temperatur der zu vermengenden gleichartigen Körper, M, m ihre Massen oder Volumina anzeigen, so ist die Temperatur nach der Vermengung oder $x = \frac{T \cdot M + t \cdot m}{M + m}$.

Wenn $M = m$ ist, so ist $x = \frac{T + t}{2}$. Setzt, es werde 1 Pf. heißer Sand von 120 Gr. F. mit 1 Pf. Sand von 40 Gr. vermengt, so wird die Temperatur nach der Vermengung $\frac{120 + 40}{2} = 110$ Gr. werden, oder der Ueberschuß 140 Gr. in dem einen Pfunde wird sich unter beide Pfunde gleichförmig vertheilen, so daß das

das wärmere Pfund $2\frac{1}{2}$ oder 70 Grad verliert, und das kältere dagegen $1\frac{1}{2}$ oder 70 Grad erlangt. Oder, wenn 10 Pf. Wasser von 180 Gr. mit 6 Pf. Wasser von 40 Gr. vermischt werden, so wird die Temperatur nach der Vermischung

$$\frac{180 \cdot 10 + 40 \cdot 6}{10 + 6} = 127\frac{1}{6} \text{ Gr.}$$

werden. Aus der Formel $x = \frac{T \cdot M + t \cdot m}{M + m}$ folgt,

daß $M : m = x - t : T - x$; und man kann daraus finden, wie groß die Massen oder Gewichte zweier gleichartiger Körper, deren verschiedene Temperaturen gegeben sind, seyn müsse, um aus ihrer Vermengung die verlangte Temperatur herauszubringen. Man habe z. B. Wasser von 60 Gr. und von 180 Gr.; wie ist das Verhältniß von jedem, um eine Temperatur von 96 Gr. des Gemischten hervorzubringen? Antw. $96 - 60 : 180 - 96 = 36 : 84 = 3 : 7$ d. h.: man wird von dem Wasser von 180 Gr. 3 Theile, und von dem von 60 Gr. 7 Theile mit einander vermischen müssen, um 96 Gr. warmes zu erhalten.

§. 699. Diese Regel findet aber gar nicht mehr statt, sobald man ungleichartige Körper von verschiedenen Temperaturen mit einander vermengt. Hier vertheilt sich der Ueberschuß des wärmern weder nach Verhältniß der Gewichte dieser Körper, noch nach Verhältniß ihrer Volume, und es sind vielmehr ungleiche Quantitäten der freyen Wärme nöthig, um in gleichen Gewichten oder gleichen Volumen gleiche Veränderungen der Temperatur zuwege zu bringen. Wenn z. B. 1 Pf. Quecksilber und 2 Pf. Wasser, das eine höhere Temperatur hat, als jenes, mit einander zusammengerrührt werden, so wird die Wärme des Gemenges allezeit größer seyn, als das arithmetische Mittel der vorigen Temperaturen; wenn aber das Quecksilber heißer ist, als das Wasser, so wird die Temperatur kleiner seyn, als das arithmetische Mittel.

Wenn z. B. 1 Pf. Quecksilber von 110 Gr. F. und 1 Pf. von 44 Gr. mit einander vermengt werden, so sollte nach der vorigen Richmannschen Regel die Temperatur des

des Gemenges 77 Gr. werden, sie wird aber nur 47 Gr.; und wenn das Quecksilber 44 Gr. und das Wasser 110 Gr. hat, so wird sie 107 Gr. Wenn also das Pf. Quecksilber 63 Gr. durch Vertheilung verliert, so gewinnt das Wasser nur 3 Gr.; und wenn hinwiederum das Wasser 3 Gr. verliert, so gewinnt das Quecksilber 63 Gr.

§. 700. Wenn also die Temperatur eines Körpers A um n Grade wächst oder vermindert wird, während die Temperatur des damit vermengten Körpers B von gleichem Gewicht um m Grade vermindert wird, oder wächst, so können wir schließen, daß so viele Wärmetheilchen, als den Körper A um n Grade wärmer machen können, ein eben so großes Gewicht von B um m Grade erwärmen; und daß, wenn A und B bey gleichem Gewichte gleiche Temperatur haben, die Quantitäten der freyen Wärmethelchen darin sich verhalten wie $m : n$.

Weil in dem vorhergehenden Exempel die Wärme des Wassers bey der Vermengung mit gleich viel Quecksilber um 1 Gr. wächst oder vermindert wird, während die des Quecksilbers um 21 Gr. vermindert wird, oder wächst, so schließt man, daß, so viel Wärmethelchen, als das Wasser um 1 Gr. wärmer machen können, ein eben so großes Gewicht Quecksilber um 21 Gr. erwärmen. Wenn also Wasser und Quecksilber bey gleichen Gewichten gleiche Temperatur haben, so müssen die freyen Wärmethelchen in jenem sich zu denen in diesem verhalten wie 21 : 1.

§. 701. Dies Verhältniß der Quantitäten freyer Wärmethelchen in ungleichartigen Körpern bey gleicher Temperatur und gleichem Gewicht nennt man die specifische Wärme (calor specificus) nach Hrn. Wilke, oder die comparative Wärme, auch die Capacität der Körper für Wärme, nach Hrn. Crawford. Bestimmt man das Verhältniß bey gleichem Volum, so nennt es Hr. Wilke die relative Wärme

Wärme. Man bestimmt diese specifische Wärme der Körper aus den Veränderungen der Temperaturen, die sie zeigen, wenn sie in verschiedenen Temperaturen vermengt worden, und hernach auf eine gemeinschaftliche gebracht worden sind. Wenn die Gewichte der Körper A und B gleich sind, so verhalten sich die specifischen Wärmen m, n umgekehrt wie die Veränderungen x, y der Temperaturen, nachdem sie auf eine gemeinschaftliche gebracht worden sind; oder es ist $m : n = y : x$, folglich $m = \frac{ny}{x}$. Wenn die Gewichte P, p , der zu vermengenden Materie ungleich sind, so verhalten sich die specifischen Wärmen m, n , umgekehrt wie die Producte aus den Veränderungen x, y der Temperaturen in die Gewichte; oder es ist $m : n = yp : xP$, folglich $m = \frac{nyp}{xP}$. Der Erfinder dieser Formeln ist Hr. Irvine.

Ein Pfund Quecksilber von 110 Gr. mit 1 Pf. Wasser von 44 Gr. vermengt, giebt eine Temperatur von 47 Gr. Die Veränderung der Temperatur des Quecksilbers oder x ist $110 - 47 = 63$, die des Wassers oder y ist $44 - 47 = 3$; folglich verhält sich die specifische Wärme des Quecksilbers oder m zu der des Wassers oder n , wie $y : x = 3 : 63 = 1 : 21$; und es ist also $m = \frac{n}{21}$, wenn $n = 1$. Wenn 14 Pf. Quecksilber oder P von 100 Gr. mit 1 Pf. Wasser oder p von 50 Gr. vermengt werden, so wird vermöge der Erfahrung die gleichförmige Temperatur nach der gehörigen Vertheilung der Wärme 70 Gr. Hier ist also $x = 100 - 70 = 30$, y hingegen $= 70 - 50 = 20$, folglich $m : n = p y : P x = 1 : 20 : 14 \cdot 30 = 20 : 420 = 1 : 21$; das ist, wie vorher.

§. 702. Der erste, der hierüber Erfahrungen angestellt hat, war Hr. Wille. Hr. Black und
Hr.

Jrvine hatten sich zwar auch schon mit diesem Gegenstande beschäftigt; die Resultate ihrer Untersuchungen wurden aber erst nachher durch Hrn. Crawford bekannt gemacht, der selbst mit vieler Sorgfalt die specifische Wärme verschiedener Körper zu bestimmen gesucht hat. Man hat so die Resultate dieser Versuche in Tabellen gebracht, und die specifische Wärme des Wassers dabey zur Einheit gesetzt. Diese Versuche erfordern aber außerordentlich viel Genauigkeit, wenn die Resultate nicht zu sehr von der Wahrheit abweichen sollen. Eine Hauptregel dabey ist, keine solche Substanzen mit einander zu vermischen, die eine Gemische Wirkung auf einander äußern, sich wechselseitig auflösen, oder ihre Form ändern, oder ein zusammengesetztes neues Product geben, weil dabey, wie die Folge lehren wird, aus den Körpern selbst Wärmetheilchen frey oder verschluckt werden können, die die berechnete Temperatur erhöhen oder vermindern. Hr. Crawford hat diese Regel nicht immer beobachtet, und eben deswegen sind viele seiner Resultate unzulässig. Viele Naturforscher wechseln übrigens noch die latente Wärme mit dieser specifischen; was ganz irrig ist. Die letztere ist nur Verhältniß der freyen Wärmetheilchen in Körpern bey gleichen Temperaturen und Gewichten.

Const ist bey Anstellung der Versuche über die specifische Wärme der Körper zu merken: 1) daß dazu Quecksilberthermometer gehören, die nicht nur sehr genau, sondern auch sehr empfindlich sind; 2) daß die Wärme, die während der Vermischung an die umgebende Atmosphäre abgesetzt wird, gehörig berechnet wird; 3) daß die kältere Substanz die Temperatur der Luft im Zimmer habe; 4) daß die specifische Wärme des Gefäßes, worin die Vermengung vorgenommen, selbst gehörig bestimmt, und der Einfluß desselben in Anschlag gebracht sey; 5) daß die Unterschiede der sehr niedrigen Temperatur sowohl, als der sehr großen vermieden

werden, und 6) die Volumina so viel als möglich gleich genommen werden.

Wegen der Nichtbeobachtung der im §. angeführten Hauptregel bey diesen Versuchen sind daher von Hr. Crawfords Erfahrungen die Resultate zu verwerfen, die er bey der Bestimmung der comparativen Wärme der Metallkalle, der Asche, des Holzes, der brennbaren Luft, des Weizens, der Habergrünze, Bohnen, Getreide, Fleisches, Blutes, u. a. herausbringt. Eben so auch die Resultate, welche andere bey der Vermischung mit Wasser und Salzen, Säuren, Alcohol, Eis, erhalten haben.

Versuche über die eigenthümliche Menge des Feuers in festen Körpern, und deren Messung, von Joh. Carl Wilke; in den neuen schwedischen Abhandl. B. II. Leipz. S. 48., und in Crelles neuesten Entd. der Chemie B. X. S. 163. Experiments and observations on animal Heat, and the inflammation of combustible bodies, being an attempt to resolve those phaenomena into a general law of nature, by Adair Crawford. Lond. 1779. 8. 1788. 8. Adair Crawlords Versuche und Beobachtungen über die thierische Wärme, a. d. Engl. herausgeg. von L. Crell 1789. 8. Prüfung der neuen Theorien über Feuer, Wärme, Brennstoff und Luft, von Gren; in dessen Journ. der Phys. B. I. S. 5. ff. S. 189. ff.

§. 703. Folgendes Verzeichniß giebt die specifischen Wärmen verschiedener Körper gegen die zur Einheit angenommene des Wassers bey gleichen Gewichten und Volumen an.

| | eigenthüml. Gew. | specifische Wärme | | |
|---------|------------------|-------------------|--------------------|-------|
| | | bey gleichem Gew. | bey gleichem Volum | |
| Wasser | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Gold | 19,040 | 0,050 | 0,966 | Wilke |
| Bley | 11,456 | 0,042 | 0,487 | — |
| Silber | 10,001 | 0,082 | 0,833 | — |
| Bismuth | 9,861 | 0,043 | 0,427 | — |
| Kupfer | 8,784 | 0,114 | 1,027 | — |
| Wessing | 8,356 | 0,116 | 0,971 | — |
| Eisen | 7,876 | 0,126 | 0,993 | — |

Stann

| | eigens
thüml.
Gew. | specifische Wärme | | |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------|
| | | bey
gleichem
Gew. | bey
gleichem
Volum | |
| Glus | 7,380 | 0,060 | 0,444 | Wille |
| Glaz | 7,154 | 0,102 | 0,735 | — |
| Spießglaslösig | 6,170 | 0,063 | 0,390 | — |
| Agath | 2,643 | 0,195 | 0,517 | — |
| weißes Glas | 2,386 | 0,187 | 0,448 | — |
| Queßilber | 14,000 | 0,047 | 0,658 | Blad |
| Glintglas | 3,329 | 0,174 | 0,579 | Crawford |
| Terpenthinöhl | 0,792 | 0,472 | 0,373 | — |
| Baumöhl | 0,913 | 0,710 | 0,648 | — |
| Leinöhl | 0,928 | 0,528 | 0,490 | — |
| Schwefel | 1,800 | 0,183 | 0,329 | — |
| roher Kaltstein | " | 0,256 | " | — |
| gebrannter Kalt | " | 0,245 | " | — |
| atmosphärische Luft | " | 1,796 | " | — |
| Lebensluft | " | 4,749 | " | — |
| phlogistisirte Luft | " | 0,793 | " | — |
| fre Luft | " | 1,045 | " | — |

Ich habe hier alle diejenigen Stoffe ausgelassen, bey deren Untersuchung man die vorher angeführte Hauptregel aus der Acht gelassen hat.

Wirkungen der Wärmematerie auf die Körper.

Schmelzen. Verdunstung.

§. 704. Die erste Wirkung, die wir an denen der Hitze ausgesetzten Körpern wahrnehmen, ist die schon oben (§. 658.) angeführte Ausdehnung in einen größern Raum. Diese Ausdehnung ist Folge der Expansivkraft der Wärmethelchen, und dies wird dadurch bestätigt, daß durch fortgesetzte verstärkte Wirkung derselben endlich der Zusammenhang fester Körper in einem so hohen Grade vermindert werden kann.

kann, daß dadurch Flüssigkeit oder Liquidität entsteht. Die Wärmetheilchen, die frey durch die Zwischenräume der Körper strömen, bewirken die Temperatur des durch vermehrte Hitze ausgedehnten Körpers, aber die Ausdehnung wird durch diejenigen Wärmetheilchen bewirkt, die mit den Körpertheilchen selbst cohäriren, die eben deswegen in ihrer Expansivkraft selbst geschwächt, und deren wärmeerzeugende Kraft also auch gemindert werden muß, so daß sie bey gleicher Dichte nicht mehr die Intensität der Hitze zeigen können. Eben deswegen pflanzt sich diese cohärirende Wärme weit langsamer fort, als die strahlende.

§. 705. Die Größe der Ausdehnung der Körper in der Hitze, bey gleichem Volum und gleicher Intensität der mitgetheilten Hitze, richtet sich nicht nach ihrem eigenthümlichen Gewicht. Allgemein aber dehnen sich elastische Flüssigkeiten stärker und schneller aus, als tropfbar flüssige; diese stärker und schneller als feste Körper. Werkzeuge, um die Zunahmen der Ausdehnung fester Körper in der Hitze zu messen, hat man auch Pyrometer genannt. Muschenbroek, Bouguer, Smeaton haben dergleichen angegeben. Ueber die Ausdehnbarkeit der Gasarten haben wir von Hr. Morveau Untersuchungen.

- Muschenbroek introd. ad philos. nat. T. II. §. 1527. Experiences faites à Quito, sur la dilatation et la contraction, qui souffrent les metaux par le chaud et le froid, par Mr. Bouguer; in den *Mémoires de l'acad. roy. des sc.* 1745. S. 230. Smeaton description of a new pyrometer; in den *philos. Transact.* Vol. XLVIII. 1754. n. 79. Lamberts Pyrometrie S. 119.

• Versuch über die Ausdehnbarkeit der Luft und der Gasarten durch die Wärme zur genauen Bestimmung der Umfänge derselbigen bey einer gegebenen Temperatur, von Hr. Morveau; in *Grens Journ. der Phys.* B. I. S. 293.

Folgendes sind die Resultate verschiedener Versuche dieser Art. Das Volum der Körper, das beim Eis puncte = 1,00000 angenommen worden ist, wurde durch die Zunahme der Wärme bis zum Siedepunct

| | | |
|---------------------------|-----------|----------|
| bey Glase | 1,00083 | Smeaton |
| Golde | 1,00094 | Bouguer |
| Bley | 7,00286 | Smeaton |
| Zinn | 1,00248 | — |
| Silber | 1,00189 | Herbert |
| Messing | 1,00193 | Smeaton |
| Kupfer | 1,00170 | — |
| Stahl | 1,00122 | — |
| Eisen | 1,00125 | — |
| Quecksilber | 1,01530 | De Lisle |
| Wetngeist | 1,121 . . | Dücrest |
| atmosphärischer Luft | 1,9368 . | Morveau |
| dephlogistisirter Luft | 5,4767 . | — |
| phlogistisirter Luft | 6,9412 . | — |
| leichter brennbarer Luft | 1,3912 . | — |
| Salpeterluft | 1,6029 . | — |
| luftsaurem Gas | 2,0094 . | — |
| flüchtig alkalischer Luft | 6,8009 . | — |

§. 706. Von dieser Ausdehnung der Körper in der Hitze ist es herzuleiten, daß sich das specifische Gewicht der Körper (§. 320.), der Gang der Pendul (§. 251.), die Federkraft, Sprödigkeit und Zähigkeit der festen Körper durch die Temperatur ändern kann.

§. 707. Durch die bey fortwährender oder verstärkter Einwirkung der Hitze vermehrte Ausdehnung fester Körper kann endlich ihr Zusammenhang so sehr vermindert werden, daß sie in den Zustand der Flüssigkeit kommen, oder Verschiebbarkeit der Theile in einem hohen Grade erlangen. Diese Wirkung des Wärmestoffs auf feste Körper nennt man das Schmelzen (fusio). Es ist Folge der Expansivkraft des Wärmestoffs und der dadurch bewirkten Verminderung des Zusammenhangs der Körpertheilchen.

Die Schmelzbarkeit richtet sich nicht nach dem eigenthümlichen Gewicht der Körper, sondern hängt von gleicher Intensität des Wärmestoffs von der größern oder geringern Affinität der Theile des Körpers zu demselben und der geringern oder größern Stärke des Zusammenhangs in seinen eigenen Theilen ab. Alle tropfbar flüssige Körper auf der Erde sind nicht selbständig flüssig, sondern sind in dem Zustande der Schmelzung durch Hülfe des Wärmestoffs. Durch denselben haben sie auch den geringen Grad der Elasticität, den sie äußern (§. 338.).

Verschiedene Körper, besonders die mehresten Metalle und das Eis, schmelzen plötzlich und auf einmal; Eisen, Platina, Zette, Harze hingegen erleiden allmähliche Abstufungen der Consistenz.

§. 708. Einige Körper können durch keine Hitze, die wir jetzt hervorzubringen im Stande sind, in Fluß gebracht oder geschmolzen werden. Sie sind aber deswegen wol nicht absolut unschmelzbar zu nennen. Denn alle können doch wenigstens durch Hülfe anderer, mit denen sie sich chemisch vereinigen, im Feuer zum Schmelzen gebracht werden. Die letztern nennt man deswegen Flüsse, Schmelzungsmittel. Mehrere Körper, die für sich schwerer schmelzen, kommen verbunden leichter in Fluß.

Beispiele: Kalkerde und Thonerde sind für sich unschmelzbar; sie schmelzen aber, wenn sie vermengt sind, in der Glühhitze.

Zinn, Blei, Wismuth schmelzen einzeln später, als wenn sie vorher zusammen geschmolzen worden sind; das gemischte Metall kann schon in der Siedhitze des Wassers flüssig werden.

Vermittelt ein angezündetes Gemenges aus drey Theilen gereinigten trocknen Salpeter, zwey Theilen Schwefelblumen, und zwey Theilen feinen Sägespänen, kann man eine kleine Silbermünze in einer Nußschale schmelzen. (Baumé's schneller Fluß.)

§. 709. Wenn die geschmolzenen Körper einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt werden, als die ist, woben sie zu schmelzen anfangen, so werden sie wieder fest. Man nennt dies das Gestehen oder Gefrieren (congelatio). Es ist Folge des Austrittes des ihren Theilen adhärirenden Wärmestoffs, und es geschieht schneller oder langsamer, theils nach der Verschiedenheit der Differenz der Temperatur des geschmolzenen Körpers und des umgebenden Mediums, theils nach der Leitungskraft des letztern für die Wärmetheilchen. Von der Crystallisirung der Theile der Körper bey diesem Gestehen oder Gefrieren ist oben (§. 131.) gehandelt worden.

§. 710. Eine andere und höchst merkwürdige Veränderung der Form, welche sehr viele, so wohl feste, als flüssige Körper erfahren, wenn sie der Wirkung des Wärmestoffs unterworfen werden, ist die Verwandlung derselben in elastische oder expansible Flüssigkeit, nemlich in Dampf (vapor) und in Luft.

§. 711. Wenn nemlich Wasser in einem gläsernen Gefäße der Hitze ausgesetzt wird, und seine Temperatur endlich einen gewissen Grad erreicht hat, so sehen wir, daß sich eine Menge von Bläschen als lenthalben an der Wand des Gefäßes ansetzen, die sich nach und nach ablösen, emporsteigen, und an der Oberfläche des Wassers zerplagen. Bey zunehmens der Hitze des Wassers nehmen diese Bläschen an Menge und Größe zu, so daß sie bey ihrem Emporsteigen die Durchsichtigkeit des Wassers endlich hindern. Zuletzt geräth die ganze Masse des Wassers in Bewegung, wegen der Größe und Menge der

Blasen, und das Wasser wälzt nun auf, kocht oder siedet. Bis zu diesem Sieden steigt die Temperatur des Wassers, wie ein hineingestelltes Thermometer zeigt. So wie es aber zum Sieden in einem offenen Gefäße gekommen ist, bleibt das Thermometer, wofern es nur den Boden oder die Wände des Gefäßes nicht berührt, in dem Wasser auf dem erhaltenen Punkte unveränderlich. Die Blasen, die im kochendem Wasser aufsteigen, sind der Dampf des Wassers. Dieser Dampf ist vollkommen durchsichtig, wie die Luft, und bleibt auch beim Heraustreten aus dem Wasser unsichtbar und elastisch, so lange er die dazu nöthige Wärme hat, oder nicht durch Druck vernichtet wird. So verwandelt sich nun bey fortwährender Hitze das Wasser nach und nach ganz in Dampf, und wird als solcher fortgeführt. Durch Abkühlung in der atmosphärischen Luft oder bey Berührung kälterer Körper wird dieser Wasserdampf wieder ganz oder zum Theil vernichtet; und eben so auch durch Zusammendrückung; und so kehrt dann das Wasser aus dem expansiblen, dampfförmigen Zustande wieder zurück zum tropfbarflüssigen, oder auch zum festen Wasser, wenn die Abkühlung bis unter den Gefrierpunct geht.

§. 712. So sind nun mehrere feste und flüssige Körper oder Bestandtheile derselben fähig, bey einem angemessenen Feuersgrade in eine elastisch flüssige Materie, in Dampf, verwandelt, und durch Abkühlung daraus wieder als flüssiger oder fester Stoff niedergeschlagen zu werden. Der dazu nöthige Grad der Hitze ist bey den verschiedenen Körpern gar sehr verschieden.

Aether und Weingeist sieden bei geringerer Hitze, als Wasser, dieses bei geringerer als fette Oehle und Quecksilber. Schwefel verdampft früher als Wismuth, Zink, Spießglas König, Arsenikkönig. Aber auch das sonst so feuerbeständige Gold und Silber können zur Verdampfung gebracht werden.

§. 713. Aber die Erfahrung lehrt auch, daß der Druck der atmosphärischen Luft, die über der Fläche der kochenden Flüssigkeit sich befindet, den Grad der Hitze, bei dem eine und dieselbe Flüssigkeit siedet, sehr abändert; daß eine desto größere Hitze dazu erfordert werde, je größer dieser Druck der Luft sey, und daß einerley Flüssigkeit, um so eher und bei desto geringerer Hitze zu sieden, je geringer der Druck der Luft darauf sey. Hierauf gründet sich eben die oben (§. 672.) angeführte Verichtigung des Siedepuncts am Thermometer. Der Grund davon liegt in dem größern oder geringern Widerstande und Drucke, der sich der Bildung des elastisch-flüssigen Dampfes entgegensetzt. In hohen Gegenden der Atmosphäre kocht daher das Wasser bei einer niedrigeren Temperatur, als in niedrigeren Gegenden; und im leeren Raume der Luftpumpe bei sehr mäßiger Temperatur.

Der Pulshammer.

Ueber das Verhältniß zwischen dem Drucke der Luft auf die Oberfläche der Flüssigkeiten, und den Grad der Wärme, den sie beim Kochen annehmen, von Hrn. Nohard; in seinen phys. chem. Vers. B. I. S. 213. ff.

§. 714. In verschlossenen Gefäßen, aus welchen die elastischen Dämpfe nicht entweichen können, und daher auf die Flüssigkeit nothwendig zurückwirken, brauchen deswegen auch diese einen weit größern Grad von Hitze, um zum Sieden gebracht zu werden; und die Dämpfe nehmen darin auch einen un-

ge

gemein hohen Grad von Elasticität an, und nähern sich endlich mehr dem luftförmigen Aggregatzustande.

§. 715. Beispiele von der Elasticität der Dämpfe, und ihren Wirkungen, geben:

1) Die Windfugel, oder Dampfslugel (*Aeolipila*).

Wolfs nützl. Vers. zu genauer Erkenntn. der Nat. und Kunst, Th. I. Cap. 7.

2) Die Knallkugeln.

3) Der papinianische Topf (*digestor Papini*).

La maniere d'amolir les os, ou de faire cuire toutes sortes de viandes en fort peu de tems, par Mr. Papin. à Amsterd. 1681. 8. Versuch einer neuen Vorrichtung von Papins Digestor, von Wilke; in dem schwed. Abhandl. B. XXXV. S. 3. und in Celsus neuen Entd. Th. I. S. 88. ff.

4) Die Dampf- oder Feuermaschine: a) die ältere; b) die von Watt und Boulton sehr verbesserte.

a) *Io. Friderici Weidleri Tractatus de machinis hydraulicis toto terrarum orbe maximis, marlyensi et londonensi, Vitembergae 1729. 4. Leupold theatr. machinar. hydraulic. T. II. §. 202. ff. Belidor architectura hydraulica, Augsb. 1740. Th. I. B. IV. Cap. 3.*

b) *Obttingisches Magazin der Wissensch. von Lichtenberg und Forster, Jahrg. III. St. II. S. 218. ff. Gehler's phys. Wörterb. Th. I. S. 561. ff.*

Eine detaillirte Beschreibung der innern Einrichtung von Watts Feuermaschine besitzen wir noch nicht. Hr. D. B. Büdling, der in unserer Nachbarschaft eine Feuermaschine nach Boultons und Watts Einrichtung angelegt hat, hat eine Beschreibung davon versprochen.

Berechnungen über die Elasticität der Dämpfe sehen man in: *Memoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau — par Mr. de Betancourt, à Paris 1792. 4.*

§. 716. Daß der Wärmestoff Ursach an der Bildung der Dämpfe sey, daran zweifelt wol jetzt niemand; und daß er es sey, wird dadurch bewiesen, daß zur Hervorbringung der Dämpfe Wärme erforderlich ist; daß mit der Zunahme der Wärme die Bildung des Dampfes befördert und beschleunigt wird; daß der Dampf, bey Vernichtung desselben durch Druck, Wärme absetzt; und daß er durch Entziehung der Wärme aufhört, Dampf zu seyn. Der Dampf entsteht durch die noch größere Menge des Wärmestoffs, die mit den Theilchen des in Dampf zu verwandelnden Körpers cohärt, als mit denen in tropfbarer Flüssigkeit befindlichen, dergestalt, daß sie nun auch an der Expansivkraft des Wärmestoffs einen weit größern Antheil nehmen, in den Zustand der eigentlichen Expansibilität oder Elasticität übergehen, und wegen des geringen eigenthüml. Gewichts in der Luft aufsteigen oder darin vermischt seyn können.

§. 717. Wir müssen also in den Dämpfen, als zusammengesetzten Körperarten, die Basis, oder den Stoff unterscheiden, der an sich nicht expansibel ist, wie im Wasserdampfe das Wasser, und das ursprünglich expansive Wesen, nemlich den Wärmestoff, oder nach Hrn. De Luc das fortleitende Flüssige (fluidum deferens), durch welches jene Basis zur expansiblen Flüssigkeit wird, (§. 337.) und durch dessen Entziehung es aufhört elastisch zu seyn. Durch die Cohärenz des Wärmestoffs mit der Basis des Dampfes verliert jener seine Strahlung und seine Wärmeerzeugende Kraft, oder wird latent; wie die nähere Betrachtung dieses Umstandes in der Folge lehren wird, und eben hieraus ist die Fixität des

Sies

Siedepunctes beim bleibenden Druck der Atmosphäre, und auch selbst die Ursach zu erklären, warum die verschiedenen Stoffe einen so unterschiedenen Grad von Hitze erfordern, um in Dämpfe verwandelt zu werden.

§. 718. Die Luft trägt zur Erzeugung der Dämpfe nichts bey. Sie ist vielmehr durch ihren Druck derselben in etwas hinderlich; und es muß die Hitze allemal diesen Widerstand der Luft erst überwinden, oder eigentlicher, es ist bey dem Druck der Atmosphäre eine desto größere Menge des Wärmestoffs zur Bildung des Dampfes nöthig, um eine Expansibilität zu besitzen, die der Elasticität der Luft gleich ist. Ist der Druck der Luft geringer, so bedarf es einer geringern Menge von Wärmestoff, um eben dieselbe Quantität der Basis in gleich elastischer Form zu erhalten. Wird den Dämpfen durch eine niedrige Temperatur der umgebenden Mittel ein Theil des Wärmestoffs entzogen, so kann dieselbige Quantität der Basis bey gleichem Druck der Atmosphäre nicht mehr expansibel bleiben, und ein Theil derselben wird abgeschieden. Der Dampf des Wassers kann also bey allen Temperaturen in der Luft als expansible und völlig unsichtbare Flüssigkeit bestehen, nur daß ein desto geringeres Verhältniß der Basis (des Wassers) zur absoluten Quantität des expansiven Stoffs (der damit cohärirenden Warmematerie) darin stattfindet, je größer der Druck der Atmosphäre bey gleicher Temperatur ist; und daß eine desto geringere absolute Quantität des Dampfes bestehen kann, je niedriger die Temperatur der Luft bey gleichem Drucke ist; und umgekehrt. Ohne den Druck der Atmosphäre würden wir bey der mittlern Tempera-

natur derselben gewiß kein tropfbar flüssiges Wasser kennen; sondern es würde alles zur expansiblen Flüssigkeit oder Dampf werden. Diese richtigeren und genauern Vorstellungen von der Natur des Dampfes verdanken wir Herrn de Luc, der dadurch neue Aussichten für die Meteorologie eröffnet hat.

De Luc nouvelles Idées sur la meteorologie T. I. II. à Londres 1786. 8. J. A. de Luc neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Franz. Th. I. II. Berl. u. Stettin 1787. 1788. 8. Zweyter Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metherie, über die Wärme, das Schmelzen, und die Verdunstung; in Grens Journ. d. Phys. B. II. S. 402. Dritter Brief des Hrn. de Luc über die Dämpfe, die luftförmigen Flüssigkeiten und die atmosphärische Luft; ebendasselbst Th. III. S. 132.

§. 719. Ueberhaupt bedarf es gar nicht der Auflösung des Wassers in der Luft, um sich die Phänomene der Verdampfung des Wassers zu erklären, und darauf einen Unterschied zwischen wirklicher Verdampfung (*evaporatio*) und Ausdünstung (*exhalatio*) zu begründen. Jede Ausdünstung ist vielmehr eine wahre Verdampfung, die bey einer niedrigeren Temperatur der Luft nur deswegen langsamer und in geringerer Menge stattfindet, weil dann eine geringere Quantität des Wärmestoffs zugegen ist, der durch seine Cohärenz mit der Basis diese dampfförmig machen muß. Die Gründe für die Auflösung des Wassers in der Luft, und die dadurch bewirkte Ausdünstung, hat Hr. De Luc umständlich und gründlich widerlegt. Ich werde in der Folge beym Wasser auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen.

De Luc vorher (§. 718.) angeführte Schriften. Ebendesselben Prüfung einer Abhandlung des Hrn. Monge über die Ursach der hauptsächlichsten Phänomene der Meteorologie; in Grens Journ. der Phys. B. VI. S. 121.

Zu den hauptsächlichsten Vertheidigern der Auflösung des Wassers in der Luft, als Ursach der Ausdünstung, gehören Hr. Le Roi (*Mémoire sur l' elevation et la suspension de l' eau dans l' air*; in den *Memoires de l' acad. roy. des sc. de Paris*, 1751. S. 481.) und Hr. Lube (über die Ausdünstung und ihre Wirkungen in der Atmosphäre, Leipz. 1790. 8.).

§. 720. Wenn den Dämpfen plötzlich ihr Wärmestoff durch Berührung mit der kältern Atmosphäre entzogen wird, oder sie sonst einem stärkern Drucke ausgesetzt werden, so bilden diese zersehten Dämpfe einen sichtbaren Nebel oder Rauch. Mit Unrecht nennt man denselben noch einen Dampf, da er gar nichts mit der Natur des Dampfes gemein hat. Er besitzt keine Elasticität mehr; und ist nichts, als die Basis des Dampfes, die ihres expansiven Stoffes beraubt ist. Sie schwimmt vermöge ihrer höchst feinen Zertheilung in der Atmosphäre, und folgt ihrem Zuge, bis sie durch mehrere Aneinander näherung ihrer Theilchen zum concreten tropfbarflüssigen oder festen Stoffe zusammentritt, und sich niederschlägt; oder sich durch neue Hinzukunft vom Wärmestoff wiederum in elastische und unsichtbare Flüssigkeit verwandelt. Wolken sind daher nicht Wasserdünste, die in der Luft schwimmen, sondern das höchst fein zertheilte Wasser, das aus dem Elastisch-Flüssigen, was es vorher bildete, bey der Zersehung desselben niedergeschlagen worden, und noch nicht zum zusammenhängenden Tropfbarflüssigen zusammengetreten ist. Hr. von Saussure schreibt diesem Nebel eine Bläschengestalt zu.

Versuch über die Hygrometrie, durch Horaz Bened. de Saussure, a. d. Franz. von J. D. L. Leipz. 1784. 8. S. 239.

§. 721. Manche Substanzen werden durch die Hitze in elastische Flüssigkeiten verwandelt, die keinesweges in der Kälte oder durch äußern Druck wieder zum tropfbar flüssigen oder festen Körper zusammenzutreten, wie die eigentlichen Dämpfe thun, und die sich also von diesen durch die Permanenz ihrer Elasticität unterscheiden. Sie bestehen, wie Dämpfe, aus einer nicht elastischen Basis und dem Wärmestoff; allein beide sind (wahrscheinlich durch Lichtmaterie) chemisch vereinigt; da in den Dämpfen der Wärmestoff mit der Basis mehr mechanisch cohärrt. Wir werden von dieser Classe der elastischen Flüssigkeiten in der Folge unter dem Namen der Gasarten handeln.

§. 722. Diejenigen Körper übrigens, welche sich durch die Hitze in Dämpfe oder auch in Gasarten verwandeln lassen, nennt man flüchtig (*corpora volatilia*), und setzt ihnen die feuerbeständigen (*corpora fixa*) entgegen, die der Verflüchtigung oder Verdampfung und Verdunstung in der Hitze widerstehen. Indessen ist die Flüchtigkeit und Feuerbeständigkeit der Körper nur relativ, und im Grunde giebt es wol keine absolut feuerbeständige Körper. Auch liegt der Grund der größern oder geringern Flüchtigkeit oder Feuerbeständigkeit der Körper, nicht, wie Macquer annimmt, in der größern oder geringern Ausdehnbarkeit derselben in der Hitze, sondern vielmehr in ihrer eigenthümlichen Verwandtschaft zum Wärmestoff, die sich nach keinem allgemeinen Gesetze richtet.

§. 723. Da in einem Körper oft feuerbeständige und flüchtige Bestandtheile, und diese wieder von verschiedenen Graden gemischt sind, so sieht man auch

leicht

leicht ein, daß derselbe durch die Entweichung flüchtiger Bestandtheile in der Wärme in seiner Mischung, und also auch nothwendig in seinen Eigenschaften und seiner Natur sehr abgeändert werden müsse; daß ferner Körper in der Hitze schwinden und in einen kleinern Raum zusammentreten; und endlich die Körper selbst in ungleichartige Bestandtheile zerlegt werden können. Auf diese Verdampfung der Körper in der Hitze und die Zerlegung der Dämpfe durch Abkühlung gründen sich noch die wichtigen Operationen des Destillirens und Sublimirens (sublimatio, destillatio) in der Chemie, wobey Körper oder gewisse Bestandtheile derselben in dazu schicklichen Gefäßen und einem angemessenen Grade der Hitze in Dämpfe verwandelt, und hernach durch Abkühlung wieder verdichtet werden. Bey jener treten sie zu einem tropfbarflüssigen, bey dieser zu einem festen Körper zusammen.

Unmerkbare Wärmematerie.

§. 724. Es sey eine Masse gestoßenes Eis in einem Gefäße so weit erkaltet, daß ein hinein gestelltes Thermometer 10 Gr. Fahrh. zeige. Man bringe das Gefäß in ein geheiztes Zimmer, so daß die kalte Masse nun einem beständigen gleichförmigen Wärmestrome ausgesetzt sey. Das Thermometer wird nun bis 32 Gr. steigen, aber hier stille stehen, wenn auch gleich der Wärmestrom, der dem Eise zuströmt, der nämliche bleibt. Die Temperatur des Eises steigt nun nicht höher, so viel Wärmetheilchen ihr auch zugeführt werden; aber es schmilzt nach und nach, und erst dann, wenn dies geschehen ist, steigt das
Therm.

Thermometer allmählig höher. Erhitzt man das nunmehr tropfbar flüssige Wasser in dem Gefäße über dem Feuer noch stärker, so gelangt das Thermometer endlich an den Siedepunct, wenn das Wasser zum Kochen gekommen; aber nun tritt wieder der Stillstand desselben ein, und es steigt nicht höher, der dem Wasser zugeführte Wärmestrom mag noch so groß seyn, so lange nur das Wasser das Thermometer umgiebt. — Oder, man vermische ein Pfund Schnee, dessen Temperatur 32 Gr. F. ist, mit einem Pfunde Wasser von 120 Gr. Nach der Richmann'schen Regel (§. 698.) sollte die Temperatur des Gemisches 76 Gr. werden; sie bleibt aber 32 Gr.

§. 725. Der auf das Eis wirkende Wärmestrom erhöht also die Temperatur des Eises eben so wenig über den Gefrierpunct, als der auf das tropfbarflüssige wirkende es über den Siedepunct erhitzt. Die Wirkung der Wärmetheilchen auf das Eis schränkt sich also darauf ein, die Form oder den Aggregatzustand des Eises zu verändern, und dasselbe in tropfbar flüssiges Wasser zu verwandeln; so wie die Wirkung derselben auf das tropfbarflüssige Wasser bey der Siedehitze ebenfalls sich darauf einschränkt, es in Dampf zu verwandeln. So lange diese Verwandlung dauert, bleibt das Thermometer im erstern Falle auf dem Gefrierpuncte, im andern auf dem Siedepuncte unverändert stehen.

§. 726. Da die dem schmelzenden Eise oder dem siedenden Wasser mitgetheilte Wärmematerie also keine höhere Temperatur, keine vermehrte Wirkung auf unser Gefühl oder aufs Thermometer darin hervorbringt, sondern ihre thermometrische und erwär-

mens

mende Kraft dadurch ganz verliert, daß sie das feste Wasser in tropfbar flüssiges, oder dieses in Dampf verwandelt, so nennt man sie deswegen unmerkbar, verborgene, auch wol gebundene oder fixirte Wärmematerie (*calor insensibilis, latens, fixatus*). Die Quantität der Wärmertheilchen nemlich, die zur Aenderung des Aggregatzustandes des festen Wassers in liquides, oder des liquiden in dampfförmiges verwandelt werden muß, muß für das Thermometer und das Gefühl verloren gehen; und in der That kommt sie auch wieder als freye Wärmematerie zum Vorschein, wenn der Dampf des Wassers zum tropfbarflüssigen Wasser durch Zusammendrückung, oder das flüssige Wasser plötzlich zum Gefrieren gebracht wird, wie dies die Folge lehren wird.

• §. 727. Mit Recht unterscheidet man aber die unmerkbar gewordene Wärmematerie in der doppelten Hinsicht, als adhärirende und als chemisch gebundene. Die von dem Eise bey seinem Uebergang zum tropfbar flüssigen Wasser, oder von diesem bey der Verwandlung in Dampf, verschluckte Wärmematerie hat zwar darin ihre Strahlung verloren; aber die Verbindung derselben darin mit den Wassertheilen, oder mit der Basis, ist doch so locker, daß jeder kältere Körper von einer niedrigeren Temperatur sie schon entzieht, oder daß keine chemische Wirkung nöthig ist, um sie zu trennen. Z. B. Die unter dem Gefrierpunct erkaltete Luft entzieht dem tropfbar flüssigen Wasser den darin verborgenen Wärmestoff, der die Liquidität desselben hervorbrachte. Der Stoff der Wärme ist also im Grunde nur adhärirend. Diese Schmelzungs- und Verdamp-

dampfungswärme nenne ich daher verborgene Wärmematerie mit Hrn. Victet, um sie so von der eigentlich chemisch gebundenen zu unterscheiden. Beide zusammen aber begreife ich unter dem Namen der unmerklichen Wärmematerie. Die chemische Bindung des Wärmestoffs findet bey der Bildung der Lustarten statt, die weder durch mechanische Zusammendrückung, wie der Dampf, noch durch eine niedrige Temperatur, wie der Dampf und das tropfbar flüssige Wasser, ihres expansiven Wärmestoffs beraubt werden können. Diese chemische Bindung des Wärmestoffs scheint mir aber bloß vermittelt des Lichts, wie im Brennstoff, stattfinden zu können.

Victet a. a. O. 4. 22. ff.

§. 728. Es ist nicht bloß das Wasser, was bey der Aenderung seiner Form Wärmestoff verschluckt oder wieder entläßt, sondern es findet dies bey allen Körpern statt, wenn sie eine Aenderung ihrer Form erleiden. Der Stoff der Wärme kann solchergestalt auf eine höchst mannigfaltige Weise bald frey, bald wieder unmerkbar werden, und es kann also Erhitzung und Kälte in sehr vielen Fällen bloß durch die Veränderung hervorgebracht werden, welche die Körper in Absicht ihrer Form erleiden. Die hieher gehörigen Fälle lassen sich unter folgende sechs Gesetze bringen.

Gren Uebersicht der Gesetze, nach welchen sich die Capacität der Körper gegen den Wärmestoff bey Veränderung der Form ihrer Aggregation richtet, und welche zur Erklärung vieler hierher gehörigen Phänomene dienen können; im Journ. der Phys. B. II. S. 24. ff.

§. 729.

§. 729. I. Der freye Wärmestoff wird zum unmerklichen in Körpern, die aus dem Zustande der Festigkeit in den der tropfbaren Flüssigkeit übergehen.

Hieraus erklärt sich:

- 1) Die Fixität des Gefrierpunctes im schmelzenden Schnee oder Eise. (§. 724.).

De Luc Unters. über die Atmosph. Th. I. §. 438. e—g; desselben neue Ideen über die Meteorologie §. 179.

- 2) Der Versuch des Hrn. Wülke mit Schnee und warmen Wasser (§. 724.). Ein Pf. Schnee von 32 Gr. F. mit 1 Pf. heißem Wasser von 162 Gr. F. giebt eine Temperatur von 32 Gr. Der Schnee wird völlig geschmolzen. Wenn das Wasser über 162 Gr. heiß ist, so theilt sich bloß der Ueberschuß über 162 Gr. gleichförmig unter das entstandene Wasser. Die Menge der vom Schnee verschluckten Wärme ist also 130 Gr.; nach Hrn. Black 140 Gr.

Wülke in den schwed. Abhandl. J. 1772. B. XXXIV.

S. 93.; und in den neuen schwed. Abh. J. 1782.

Th. II. Crawford Vers. und Beob. S. 56. ff. De Luc neue Ideen über die Met. §. 211.

- 3) Die Erkältung durch schmelzendes Eis oder Schnee, die desto größer ist, je schneller das Schmelzen desselben geschieht. Daher
- 4) die große und starke Erkältung durch Schnee und rauchenden Salpetergeist.
- 5) Die Erkältung bey der Auflösung krystallinischer Salze in Wasser.
- 6) Die starke Erkältung bey dem Schmelzen des Schnees mit Salzen. Die größte Kälte, die durch jedes Salz mit Schnee oder Eis bey dem Schmelzen hervorgebracht wird, ist diejenige, bey welcher eine gesättigte Auflösung eben dieses Salzes gefriert; denn nun fällt die Ursache der Erkältung weg.

Blagden Versuche über das Vermögen verschiedener Substanzen, den Gefrierpunct des Wassers tiefer herabzubringen; in Grens Journ. d. Phys. B. I. S. 389.

- 7) Die starke Erkältung durch die Auflösung des geräuherten krystallinischen Glaubersalzes in Salpetersäure nach Walker.

Versuche über die Hervorbringung einer künstl. Kälte, von Ach. Walker; in Grens Journ. d. Phys. B. I. S. 419.; Ebendesselben Vers. über das Gefrieren des Quecksilbers, ebendas. B. II. S. 358.

§. 730. II. Der unmerkbar gewordene Wärmestoff wird wieder zum freyen und sensiblen in Körpern, die aus dem Zustande der tropfbaren Flüssigkeit in den der Festigkeit übergehen; oder die überhaupt sich mehr verdicken.

Dies. Gesetz ist das umgekehrte des vorigen, und eine ganz natürliche Folge davon. Die Körper, die Wärmestoff verschluckt haben, um geschmolzen zu seyn, müssen beyrn Bestehen denselben wieder entlassen, und solchergestalt eine Temperaturerhöhung erleiden. Wenn das Wasser gefriert, so setzt es also die Schmelzungswärme wieder ab. Bey dem allmählichen Gefrieren läßt sich freylich wegen der in jedem Augenblicke nur unmerklich entwickelten Wärme diese nicht durchs Gefühl und Thermometer wahrnehmen; allein eben in dieser freywerdenden Wärmematerie liegt der Grund, warum das Wasser beyrn Gefrierpunct der Luft nicht plötzlich und durchaus gefriert; und warum das bey einer stärkern Kälte gefrierende Wasser doch 32° so lange behält, bis es durchaus gefroren ist. Es erklärt sich ferner aus diesem Gesetze:

1) Warum Wasser, das durch Bedeckung mit Oehl, und Ruhigstehen, ohne zu gefrieren bis unter den Gefrierpunct erkaltet war, wenn es nun durch Schütteln oder Erschüttern, oder Umrühren, zum Gefrieren gebracht wird, ein darin gestelltes Thermometer bis 32° erhebt.

Blagden a. a. D. S. 87.

2) Warum $\frac{1}{2}$ B. von 1 Pf. Wasser von 32° mit 1 Pf. Schnee von 4° vermischt, fast $\frac{1}{2}$ Pf. Wasser gefriert, und das ganze Gemisch auf 32° kömmt.

3) Warum Salzsolutionen, die nach dem Abkochen in der Hitze krystallisirungsfähig geworden sind, weit später erkälten, als eben so stark erhitztes Wasser von eben dem Gewicht, oder eben dem Umfange, wenn sie beide unter gleichen Umständen in ein kälteres Medium gesetzt werden.

4) Warum eine gesättigte Auflösung des Glaubersalzes, die bey der vollkommenen Ruhe in einem verklopften Glase erkaltete, ohne sich zu krystallisiren, im Augensblick des Krystallisirens beyrn Schütteln sich erhitzt.

5) Warum zerfallnes Glaubersalz, Bittersalz, Mineralsalkali, gebrannter Alaun, gebrannter Borax, u. d. gl. bey der Vermischung mit Wasser von eben der Temperatur Erhitzung zuwege bringen, da eben diese Salze

im

im

im krystallinischen Zustande Erhaltung bewirken. Es wird nemlich im erstern Falle das Wasser zum festen oder Krystallisationswasser.

Gren a. a. O. S. 36.

6) Warum sich gebrannter Gyps, und noch mehr der gebrannte ungelöschte Kalk, mit Wasser erhitze. Das flüssige Wasser wird nemlich damit zum festen Krystallisationswasser.

7) Woher die starke Erhitzung der gebrannten Bittersalzerde mit Vitriolöhl rührt.

Gren a. a. O. S. 39.

8) Woher die Erhitzung der gebrannten Kalkerde, der luftleeren Alkalien, der Metalle bey der Auflösung in concentrirten Säuren kömmt.

9) Warum sich Vitriolöhl, Salpetersäure, mit Öhlen vermengt, erhitze. (Selbstentzündung der ätherischen Öhle durch Salpetersäure.)

10) Warum geschmolzener Talg, Fett, Harze, Wachs, so spät erkalten.

11) Warum Vitriolöhl und Wasser, Weingeist und Wasser, Eßig und Wasser, Mehl und Wasser mit einander bey gleicher Temperatur vermischt, eine erhöhte Temperatur erhalten.

§. 731. III. Der freye Wärmestoff wird zum unmerklichen in Körpern, die aus dem Zustande der tropfbar flüssigen in den des Dampfes übergehen.

Dies Gesetz erklärt:

1) die Fixität des Siedepunctes des an freyer Luft bey unverändertem Druck der Atmosphäre kochenden Wassers (§. 672.).

2) Die Erscheinung, daß Wasser, welches im verschlossenen papinianischen Topfe bis über den Siedepunct erhitzt ist, sogleich zum Siedepunct zurückkehrt, so wie der Dampf durch eine Oeffnung seinen Ausgang nehmen kann.

Crawford a. a. O. S. 45.

3) Warum 8 Pf. Eisenfeile von 300° F., mit 1 Pf. Wasser von 212° vermengt, nur eine Temperatur von 212° des Gemenges hervorbringen.

Crawford a. a. O. S. 61.

4) Warum offene Gefäße, worin Wasser kocht, durch das Feuer nicht merklich über den Siedepunct erhitzt werden können,

5) Warum

- 5) Warum ein Zivirusschaden, der um ein mit Wasser gefülltes, verstopftes Medicinglas dicht gebunden ist, über der Flamme eines Lichtes nicht verbrennt.
- 6) Die Abkühlung der Zimmer im Sommer durch Besprengen mit Wasser.
- 7) Das Sinken eines empfindlichen Luftthermometers unter der Glocke der Luftpumpe beim Verdünnen der feuchten Luft darunter.

Green a. a. O. S. 49.

- 8) Die starke Erkältung beim Verdunsten des Aethers. (Franklins Problem.).
- 9) Die sogenannte Kälte erzeugende Kraft des lebenden Menschen, in einem Medio, das über die Temperatur der Blutwärme erhöht ist.

Endlich erklärt dies Gesetz auch die weise Einrichtung unserer thierischen Haushaltung in Ansehung der Ausdünstung unseres Körpers und des Athemholens, und des hauptsächlichsten Nutzens beider zur Ausscheidung des Ueberschusses der Wärme und zur Erhaltung ihres Gleichgewichts. (M. s. Chr. Henr. Gril. Roth diss. de transpiratione cutanea, aequilibrui caloris humani conservationi inserviente. Hal. 1793. 8.).

§. 732. IV. Der unmerkbar gewordene Wärmestoff wird wieder zum freien und sensibelen in Körpern, die aus dem Zustande des Dampfes zu tropfbar flüssigen oder festen werden.

Dies Gesetz ist wieder das umgekehrte des vorigen. Als Beispiele zur Erklärung dienen:

- 1) Warum eine kleine Quantität Wasser in Dampfgestalt, z. B. bey Destillationen, weit mehr Wärme bey seinem Niederschlagen absetzt, als eine gleiche Quantität Wasser, wenn auch die Temperatur in beiden gleich ist.

Green a. a. O. S. 53.

- 2) Warum der Wasserdampf bey seiner Zusammenbrückung und daher entstehenden Vernichtung Temperaturerhöhung bewirkt; und warum unter der Glocke der Luftpumpe ein empfindliches Luftthermometer steigt, wenn man zu dem im Guerichschen Raume enthaltenen Dunste Luft läßt.

Nach Hrn. Watts Erfahrung ist die Quantität des Wärmestoffs, der als latent im Wasserdampfe bey gleicher Temperatur mehr enthalten ist, als im fließenden Wasser von eben dem Gewicht, so groß, daß, wenn er in einer nicht verdunstbaren Substanz von eis-

nerley Capacität und Gewicht mit dem Wasser frey und sensibel würde, die Temperatur dieser Masse um 943° erhöhen würde.

De Luc neue Ideen S. 249 — 258.

§. 733. V. Der freye Wärmestoff wird verschluckt und zum unmerklichen, wenn Substanzen die Gasgestalt annehmen.

VI. Der unmerklich gewordene Wärmestoff wird wieder frey, wenn Gasarten ihren luftförmigen Zustand verlieren, und zum flüssigen oder festen Stoff niedergeschlagen werden.

Diese Gesetze erklären:

- 1) Warum luftsaurer Kalk sich mit Säure wenig oder nicht erhitzt, da es doch der gebrannte thut.
- 2) Warum luftsaures flüchtiges Alkali mit Salpetersäure viel mehr erkaltet, äzendes hingegen sich damit erhitzt.
- 3) Warum luftsaure Bittererde sich mit Vitriolöl nicht so erhitzt, als gebrannte.
- 4) Warum Salpetergas und dephlogistisirte Luft bey ihrer Zersetzung Wärme hervorbringen.
- 5) Warum salzsaures Gas mit respirabler Luft, oder flüchtig alkalinischem Gas; luftsaures Gas mit flüchtig alkalinischem Gas; vitriolsaures Gas mit alkalinischem Gas; salzsaures Gas, flusspathsaures Gas, flüchtig alkalinisches Gas mit Wasser eine Temperaturerhöhung bewirken.
- 6) Die Selbstentzündung des Phosphorgas bey der Berührung der respirablen Luft.

Gren a. a. D. S. 54. ff.

§. 734. Da das Eis von 32° Gr. F. bey seinem Uebergange zum flüssigen Wasser von eben dieser Temperatur nur eine bestimmte Quantität freyen Wärmestoff verschluckt, und diese solchergestalt der Menge des geschmolzenen Eises proportional ist, so haben Hr. Lavoisier und De la Place hierauf einen Apparat gegründet, theils die specifische Wärme der Körper zu bestimmen, theils die verhältnißmäßige Quantität des Wärmestoffs zu messen, die bey der Zersetzung der Körper, und der Aenderung ihrer Form

Form, oder sonst, beim Verbrennen frey wird. Sie nennen ihn ein Calorimeter, was freylich besser ein Thermometer heißen sollte. Sonst nennt man ihn auch den Eisapparat. Mit Unrecht sieht man alle die bey der Anstellung der Versuche damit von den Erfindern angegebenen Zahlen als Ausdrücke für die specifische Wärme der Körper an, da die mehresten die bey der Formänderung frey gewordene latente Wärme anzeigen. Erinnerungen gegen den Apparat selbst hat Hr. Wedgwood gemacht.

*Lavoisier traité de chimie T. II. à Paris 1789. 8. S. 387.
Bracker vom Wärmestoff, Wien u. Leipz. 1786. 4. S.
173. ff. Wedgwood, in den philos. Trans. Vol. LXXIV.
S. 371.*

§. 735. Ueberhaupt werde ich immer mehr gezeiget, alles das, was man specifische Wärme nennt, für latente Wärme zu halten, und die erstere ganz aufzugeben. Denn selbst die sogenannte fortgepflanzte Wärme, in so fern sie dem durch die Zwischenräume der Körper frey hindurchstrahlenden Wärmestoff entgegengesetzt wird, ist nichts anders, als die adhärirende Wärmematerie, die theils durch die bewirkte Ausdehnung der Körper, oder durch das Streben, sie flüssiger zu machen oder sie in Dampfform zu bringen, was sie doch auch endlich wirklich hervorbringt, unmerkbar oder insensibel wird. Nur die freye strahlende Wärmematerie, oder die, welche nicht sogleich zur latenten wird, ist es, welche die Temperatur hervorbringt. Und in der That, wenn man überlegt, daß die dem liquiden Wasser mitgetheilte Wärme zur Verwandlung desselben in Dampf verwandt wird, muß man da nicht ein Misstrauen auf alle die Versuche über die specifische Wärme

me setzen, bey denen man das Wasser zum Maassstabe brauchte, wie es bis jetzt geschehen ist?

§. 736. Die Erzeugung der Wärme durch Reiben bey festen Körpern möchte sich wol ebenfalls aus der Freywerdung des in den Körpern befindlichen latenten Wärmestoffs vermittelt des mechanischen Druckes oder Stoßes der Theilchen des Körpers erklären lassen. Vielleicht könnte sie auch von der dadurch bewirkten Zersetzung des Brennstoffs herrühren, zumal da wir auch gewöhnlich dabey zugleich Licht wahrnehmen.

Wärmeleitende Kraft der Körper.

§. 737. Wenn es für den strahlenden Wärmestoff eine undurchdringliche Hülle gäbe, so würde der darin eingeschlossene Körper stets die Temperatur behalten, die er einmal hat, da die Intensität seines Wärmestoffs durch Verbreitung nicht geschwächt würde. Es existirt aber keine Materie in der Natur, die für die Wärmetheilchen undurchdringlich wäre (§. 682.).

§. 738. Die Erfahrung lehrt aber, daß die verschiedenen Körper den Wärmestoff nicht gleich schnell durchlassen, und bey gleicher Temperatur einen und eben denselben in ihnen eingeschlossenen Körper von der höhern Temperatur, bey übrigens gleichen Umständen, nicht in gleichen Zeiten um gleich viel Grade abkühlen lassen. So lehren schon alltägliche und gemeine Erfahrungen, daß wir durch wollene Kleider und Bedeckungen uns mehr vor der Kälte schützen können, als ohne diese; daß wir uns in Feder-

Federbetten, auch in Zimmern, die unter dem Gefrierpunct kalt sind, in der zum Leben nöthigen Temperatur unseres Körpers erhalten können, wenn wir daselbst in einer Hülle von Metall ohnfehlbar erstorren müßten; daß ein erhitzter Körper schneller im Wasser abgekühlt wird, als in Luft von eben der Temperatur; daß Bäume mit Stroh umwunden vor dem Winterfroste besser geschützt werden, als ohne diese Bedeckung; daß es unter Strohdächern im Sommer kühler und im Winter wärmer ist, als unter Ziegeldächern; daß Eisgruben mit hölzernen Bekleidungen den Eindrang der äußern Wärme ungleich länger abhalten, als mit steinernen Wänden; daß eine Eisenstange mit einem hölzernen Handgriff sich an diesem ohne Verlegung der Hand anfassen läßt, wenn sie an ihrem Ende glühend gemacht wird; da sie hingegen mit dem metallenen Handgriff bald eine verlegende Wärme erlangen würde; daß unter der Hülle des Schnees die Temperatur des Bodens weit länger warm bleibt, als wenn er von der Luft allein berührt wird; daß wir unter Asche erwärmte Flüssigkeiten länger warm erhalten können, als in der Luft, u. d. gl. mehr.

§. 739. Wir schreiben diesemnach demjenigen Körper, der die Wärmetheilchen schneller durch sich durchläßt, als ein anderer, oder in kürzerer Zeit bey gleicher Oberfläche durch einenley Wärmestrom von einerley Temperatur zu einer gleichen Anzahl von Graden erhitzt wird, eine größere wärmeleitende Kraft zu, als einem andern; und gründen hierauf den Unterschied zwischen guten und schlechten Leitern für die Wärmematerie. Einen vollkommenen Nichtleiter für die Wärme giebt es nicht.

§. 740. Indessen herrschen bey den Physikern zum Theil noch widersprechende Vorstellungen von dem, was sie unter wärmeleitender Kraft der Körper verstehen, und sie haben sich noch nicht gehörig über den Begriff davon vereiniget. Wenn z. B. ein bis zum Siedepunct erhitztes Thermometer in eine Masse schmelzenden Schnee gestellt wird, so wird es darin weit schneller zu der Temperatur des schmelzenden Schnees herabkommen, als in Luft von eben dieser Temperatur. Ich muß also dem schmelzenden Schnee eine stärkere wärmeleitende Kraft zuschreiben, als der Luft. Wenn ich aber diese dann bestimme, ob ein Körper schneller oder langsamer, folglich in kleinerer oder in größerer Zeit, bey gleichem Volum zu einerley Anzahl von Graden durch einerley Wärmestrom erhoben werden kann, so muß ich der Luft eine stärkere wärmeleitende Kraft zuschreiben, als dem Schnee, weil ich finde, daß diese weit schneller vom Gefrierpunct an zu einer gewissen Temperatur kömmt, als der Schnee.

§. 741. Man muß sich also erst über die Bestimmung der wärmeleitenden Kraft einverstehen, ehe man die Erklärungen davon machen, und ihren Gesetzen nachspüren will. Ich bestimme sie daher, mit Hrn. Thompson, von dem wir die zahlreichsten Versuche über diesen Gegenstand haben, für das Vermögen der Körper, bey übrigen gleichen Umständen, die Abkühlung eines darin eingeschlossenen erhitzten Körpers schneller oder langsamer zuzulassen. Der Körper, der diese Abkühlung schneller zuläßt, ist ein besserer Leiter, als der, welcher sie langsamer, oder in längerer Zeit zuläßt. Im gemeinen Leben nennen wir schlechte Leiter für die Wärme,

me, z. B. Wolle, Federn, Haare, Pelzwerk, warme, auch warmhaltende Körper.

§. 742. Erst in neueren Zeiten hat man diesen Gegenstand, der in Ansehung des Nutzens, welcher sich von seiner Bearbeitung für Künste und Gewerbe und für die Gesellschaft überhaupt, so wie selbst für die Erklärung mehrerer Naturphänomene daraus ziehen läßt, so überaus wichtig ist, zu bearbeiten angefangen. Das Verfahren, dessen sich Hr. Thompson in seinen neuern Versuchen bedient hat, besteht darin, ein empfindliches Quecksilberthermometer mit hinreichend breiter Scale in einer cylindrischen Glasröhre mit einer Kugel so aufzuhängen, daß die Kugel des Thermometers in der Mitte der Kugel dieses Gefäßes steht; den Zwischenraum mit der Substanz, deren respective wärmeleitende Kraft man bestimmen will, zu gleicher Höhe auszufüllen, den Apparat in kochendem Wasser bis zu einerley Temperatur zu erhitzen, hernach in einer kaltmachenden Mischung aus Eis und Wasser von hinlänglicher Masse wieder abzukühlen, und nach einer Secundenuhr genau die Zeit zu merken, welche verfließt, ehe das Thermometer von 70 Gr. R. bis 10 Grad herabsinkt, und zwar von 10 Gr. zu 10 Gr. Man sieht leicht, daß die Leitungskraft der Substanz für die Wärme im umgekehrten Verhältniß der gefundenen Zeit der Abkühlung stehen muß. Versuche über die wärmeleitende Kraft der Körper haben Richmann, Thompson, Ingenhousz, Vietet und Mayer angestellt. Die Resultate, die sie daraus ziehen, weichen oft von einander ab.

New Experiments upon Heat, by Colon. Sir Benjamin Thompson, Lond. 1786. 4. Experiments upon Heat, by

by Major-General Sir Benjamin Thompson; in den philosoph. Transf. 1792. P. I. S. 48. ff. Mayer vom Wärmes Stoff S. 228. ff. Ueber das Gesetz, welches die Leitungskraft der Körper für die Wärme befolgen, von Hr. J. A. Mayer; in Grens Journ. der Phys. B. IV. S. 22. Ingenhousz über die Leitungskraft der Metalle für Wärme; ebendasselbst B. I. S. 154. Diction. Versf. über das Feuer, Cap. 4 — 5. 6.

§. 743. Die wärmeleitende Kraft der Körper hängt hauptsächlich von dem Vermögen derselben ab, die strahlende Wärmematerie zur unmerklichen zu machen, beym Schmelzen oder Verdunsten oder auch selbst bey der Ausdehnung. Ist nemlich ein erhitzter Körper mit einem leicht schmelzbaren oder verdunstbaren Kältern umgeben, so wird die aus ihm auf den lezten strahlende Wärme schnell und leicht zur latenten gemacht, die nicht wieder zurückstrahlt, und der erhitzte Körper verliert so desto leichter seinen Ueberschuß der Temperatur, oder seiner freyen Wärme. Wenn hingegen der Körper nicht eigentlich zu den schmelzbaren oder verdunstbaren gehört, dergleichen Baumwolle, Federn, Wolle, Haare, Holz, Kohlen, Ruß, Asche, Bärlappsaamen, u. a. sind, so kann, wenn sie um einen erhitzten Körper herum eine Hülle bilden, nur der Theil der freyen Wärme frey ausströmen, der auf die in gerader Linie liegenden Zwischenräume trifft; der Theil, welcher intercipirt wird, wird wieder zurückgeworfen, und es wird solchergestalt die Abnahme der Temperatur weit langsamer erfolgen, als da, wo dieser intercipirte Antheil verschluckt wird, und seine Strahlung, folglich seine warmmachende Kraft, verliert. Bey dem Abfühlen der Körper in der Luft und andern expansiblen Flüssigkeiten ist noch zu erwägen, daß die erwärmten Lufttheilchen emporsteigen, und andern kältern Platz

machen; folglich der Körper nicht mit dem unbewegten Medium umgeben ist, was doch auf die Resultate so beträchtlichen Einfluß hat.

Die wärmeleitende Kraft des leeren Raums, wovon Hr. Thompson spricht, ist nichts anders, als die wärmeleitende Kraft der Hülle, die den leeren Raum begränzt, und namentlich in den Versuchen der Hr. Thompson und Dicter die wärmeleitende Kraft des Glases.

Die Formel, daß sich die Leitungskraft der Körper für die Wärme umgekehrt verhalte, wie das Product aus dem specifischen Gewichte (p) derselben in ihre specifische Wärme (c) oder $= \frac{1}{pc}$ sey, ist in der

That zu voreilig. Das Zusammentreffen des von Hr. Mayer angeführten Gesetzes mit best. Erfahrungen, ist bey den wenigen angeführten Fällen, mehr für zufällig, als wesentlich zu halten. Hr. von Humboldt hat darnach eine Tabelle berechnet, gegen die sich manches erinnern läßt. (Entwurf zu einer Tafel für die wärmeleitende Kraft der Körper; in Crells chem. Annalen 1792. B. I. S. 423. ff.)

Aus der angeführten Ursach, welche die besser oder schlechter leitende Eigenschaft der Körper für die Wärme bestimmt, läßt sich dann auch das von Hrn. Saussure beobachtete Phänomen, womit auch Hrn. Dicter's Versuch übereinkömmt, erklären, aus denen Hr. de Luc beweisen will, daß die Sonnenstrahlen nicht an sich wärmemachend sind.

(Saussure Reisen durch die Alpen §. 932. De Luc; in Grens Journ. d. Phys. B. IV. S. 233.)

Hierher gehört auch Ducarla's Wärmesammler oder Condensator der Wärme. (Lichteubergs Magaz. für das Neueste aus der Phys. B. II. St. 4. S. 113.)

* * *

§. 744. Wenn der Wärmestoff in den Körpern durch die Cohärenz mit ihren Theilen zum unmerkbarren, und so seine ursprüngliche Expansivkraft ruhend gemacht wird, so hebt er auch dagegen die Schwerekraft der Theilchen, mit denen er verbunden wird, auf, (§. 343.) und bewirkt solchergestalt eine Ab-

nah

nahme des Gewichts des ganzen Körpers. Bey erhitzten Körpern ist freylich die Abnahme ihres Gewichts zum Theil von der Zunahme ihres Voluminis herzuweisen, wodurch nun ihr respectives Gewicht bey'm Wägen in der Luft kleiner werden muß, da das Wägen in der Luft als eine Art des hydrostatischen Wägens anzusehen ist. Indessen ist bey mehreren Körpern diese Rarefaction derselben nicht groß genug, um daraus allein die Gewichtsabnahme erklären zu können. Es ist lächerlich, sie aus der Verdünnung der Luft umher ableiten zu wollen, da diese offenbar die Vermehrung des respectiven Gewichts hervorbringen müßte. Was es außer allen Zweifel setzt, daß der Wärmestoff durch seine Verbindung mit dem schweren Stoff das Gewicht desselben vermindern kann, ist die Erfahrung, daß bey gleichem Volumen und gleicher Temperatur des Ganzen das Gewicht abnimmt, wenn freyer Wärmestoff latent wird, und zunimmt, wenn der latente Wärmestoff wieder geschieden wird. Dies fand Fordyce bey'm Gefrieren des Wassers in einem zugeschmolzenen Glase, und bey'm Aufthauen desselben; und Hr. Eimbke bey dem Lösen des Kalke in verschlossenen Gefäßen bey'm Abwägen vor und nach dem Lösen des Kalke in einerley Temperatur. Hrn. Hindenburgs Einwürfe gegen die Folgerung daraus, treffen sie also ganz und gar nicht.

Ueber den Verlust des Gewichts, welchen die geschmolzenen oder erhitzten Körper erleiden, von Hrn. Fordyce, in Lichtenbergs Magaz. für Phys. B. IV. St. 4. S. 49. ff. Einige Versuche über den Wärmestoff, von G. Eimbke, in Grens Journ. d. Phys. B. VII. S. 31. Carol. Friedr. Hindenburg Pr., quo ostenditur, calorem et phlogiston non esse materias absolute leves. Lips. 1790. 4.

Vierter Abschnitt.

W a s s e r.

§. 745.

Das Wasser ist im Zustande seiner Reinigkeit eine farbenlose, durchsichtige, unschmackhafte, geruchlose, unentzündliche Flüssigkeit, die allerdings etwas Elasticität besitzet, und compressibel ist, wie Zimmermanns und Abichs Versuche, die Fortpflanzung des Schalles durch das Wasser, und das Abspringen harter Körper von demselben beweisen.

Vergl. §. 335.

§. 746. Das Wasser hat seine Flüssigkeit nur vom Stoff der Wärme (§. 338.), und es gehört zu den sehr schmelzbaren Substanzen. Bey Verminderung der freyen Wärme unter 32° Fahr. wird es fest oder zu Eis, wobey es dann wieder den vorher latent gemachten Wärmestoff entläßt. Die Entstehung des Eises ist im Grunde eine Art von Crystallisation (§. 130.). Es nimmt dabey unter den gehörigen Umständen eine regelmäßige Gestalt an, und bildet sich gewöhnlich in Nadeln, die unter einem Winkel von 60° sich durchkreuzen.

§. 747. Bey diesem Gefrieren des Wassers entwickeln sich die Luftarten, die im Wasser aufgelöst waren, als kleinere oder größere Blasen, die in der Masse des Eises zerstreuet sind. Diese bringen dadurch manchmal sehr besondere Erscheinungen hervor, und von der Menge derselben hängt auch die größere oder geringere Undurchsichtigkeit des Eises ab.

ab. Merkwürdig ist es, daß auch gekochtes und von Luft befreites Wasser beim Gefrieren doch dergleichen Blasen zeigt. Sollte hier wol nicht, nach Herrn Lichtenbergs Meinung, die Entwicklung der im Wasser latent gewesenen Wärme durch Verwandelung einiger Theile desselben in elastischen Dampf an der Entstehung dieser Blasen Antheil haben können?

§. 748. Das Wasser dehnt sich beim Gefrieren in einen größern Raum aus. Dies rührt theils und hauptsächlich von der Lage seiner Theile her, welche sie beim Crystallisiren annehmen, und dadurch Zwischenräume zwischen sich lassen; theils von den entwickelten Luft- oder Dampfblasen. Von dieser Ausdehnung des Eises bey seiner Entstehung aus dem Wasser ist es herzuweisen, daß gläserne Flaschen, die mit Wasser gefüllt und verschlossen sind, beim Gefrieren des Wassers zerspringen, und daß dadurch selbst eiserne Bomben mit großer Gewalt zersprengt, Bäume und Felsen von einander gerissen, das Pflaster auf den Straßen gehoben werden kann. Von dieser Ausdehnung rührt es auch her, daß das Eis ein geringeres specifisches Gewicht hat, als das Wasser, und auf dem Wasser schwimmt (S. 240.).

§. 749. Merkwürdig ist es, daß das Wasser ein etwas stärkere Kälte ertragen kann, ohne zu gefrieren, wenn es in genau zugestopften Gefäßen der Kälte ausgesetzt wird, als beim Zugange der freyen Luft. Eine starke Erschütterung bringt aber dies Wasser augenblicklich zum Gefrieren, und gewöhnlich zu einer schäumigen, mit vielen Luftblasen angefüllten Masse. Auch wenn die Oberfläche des Wassers

fers

fers mit Oehl bedeckt ist, so kann es, ohne zu gefrieren, eine stärkere Kälte ertragen, als das Wasser, das der freyen Luft ausgesetzt ist; und wird ebenfalls durch Umrühren oder Schütteln hernach schnell zu Eise. Sollte hiebey wol nicht die nöthige Entwicklung der verborgen gewesenen Wärme länger zurückgehalten werden, als bey Berührung der freyen Luft? Die Ursach, warum feste Salze das Gefrieren des Wassers hindern, worin sie aufgelöst sind, und schwache Salzlaugen durch den Frost concentrirt werden können, indem nur das Wäsrigte gefriert, erhellet aus dem oben (S. 730.) Angeführten. Sie verschlucken nemlich eine größere Menge von Wärmestoff, und halten ihn stärker zurück, als bloßes Wasser, das ohne Ausscheidung dieser größern Menge der unmerklichen Wärme nicht gefrieren kann. Die Rückkehr des Eises zum tropfbaren Wasser, oder das Aufthauen desselben geschieht durch die Aufnahme des freyen Wärmestoffs, der dadurch, daß er dem festen Wasser Flüssigkeit ertheilt, wieder unmerkbar wird.

§. 750. Auch ohne zu gefrieren ist das Wasser vermögend durch innige Verbindung mit festen Körpern in den Zustand der Festigkeit und der mehrern Feuerbeständigkeit überzugehen. So haben alle organische Körper Wasser als einen Bestandtheil in sich; und in allen Crystallen der Salze, so wie auch der wehresten Erden, macht es einen wesentlichen Theil aus. Sie verlieren daher durchs Feuer ihre Crystallgestalt und Durchsichtigkeit, und mehrere auch schon durch die Verdunstung des Wassers in der Temperatur der warmen Luft, und verwittern dann oder zerfallen zu einem lockern, nicht mehr zusammenhängen-

genden Staub, der hernach wieder das Wasser, mit welchem man ihn aufs neue zusammenbringt, mit vierer Kraft bindet und verschluckt.

Beispiele geben die Crystalle des Glaubersalzes und Mineralalkali, des Gypses, des Kalkspathes; das Verwittern des Glaubersalzes und Mineralalkali, u. a.; das Brennen des Gypses; das Verhärten des zerfallenen Glaubersalzes, des Gypses, des gebrannten Kalkes mit Wasser.

§. 751. Das Wasser ist ein Auflösungsmittel für eine große Anzahl von Körpern. Besonders ist es das eigentliche Auflösungsmittel für die Salze, und durch deren Hülfe kann es dann auch wieder vermittelt der aneignenden Verwandtschaft andere Körper auflösen, auf die es sonst nicht wirkt. Auch auf die atmosphärische Luft sowohl, als verschiedene andere Luftarten, zeigt es einige auflösende Kräfte.

§. 752. Das Wasser ist in der Hitze flüchtig und verwandelt sich beym Sieden in Dämpfe. Es geht nun durch Verbindung mit mehrerem Wärmestoff in den Zustand der eigentlichen expansiblen Flüssigkeit, in Wasserdampf über. Die beym Sieden des Wassers vorkommenden Umstände sind schon oben (§. 711.) angeführt worden. Der Wasserdunst verliert seinen expansiblen Zustand durch mechanische Zusammendrückung und Abkühlung, und eben deswegen ist eine größere Hitze zum Sieden des Wassers oder zur Dampfbildung unter dem Drucke der Atmosphäre nothig, als ohne diese im leeren Raume. Die Verwandlung des Wassers in Dampf geschieht indessen nicht bloß beym Sieden, sondern in jeder Temperatur, nur daß bey gleichem Druck der Atmosphäre desto weniger Basis (Wasser) mit einerley Quantität

von

von dem Wärmestoff in elastischer Form erhalten werden kann, je niedriger die Temperatur ist.

§. 753. Die sogenannte unmerkliche Verdunstung des Wassers ist ebenfalls nichts anders, als die Verwandlung desselben in elastischen Dampf durch Beyptritt und Verschluckung des Wärmestoffs. Sie geschieht in der geringern Temperatur, und eben wegen der mindern Intensität des dem Wasser zugeführten Wärmestoffs in geringerer Menge und unmerklich. Daß aber bey dieser unmerklichen Verdunstung des Wassers ebenfalls Wärmestoff zum vorborgenen gemacht werde, beweist die Abkühlung des Thermometers durch Wasser, das von seiner Oberfläche unmerklich verdunstet, und die beträchtliche Leitungskraft des Wassers für Wärme. Hrn. Watts Erfahrungen beweisen auch, daß das Wasser bey der unmerklichen Verdunstung verhältnißmäßig mehr Wärmestoff verschluckt, als bey dem Sieden.

De Luc; in Grens Journ. der Phys. B. VI. S. 125. ff.

§. 754. Da desto mehr latenter Wärmestoff nöthig ist, um die Basis des Wasserdampfs in elastischer Form zu erhalten, je größer der Druck der Atmosphäre, oder je kleiner die Temperatur des Dampfes ist, so sieht man leicht ein, daß die Verdunstung des Wassers durch Verdünnung der Luft und durch Erhöhung der Temperatur zunehmen müsse. Wenn also Wasserdunst in der Atmosphäre befindlich ist, und es nimmt der Druck derselben bey bleibender Temperatur zu, so muß ein Theil des Dampfes zerlegt, oder ein Theil seiner Basis als concretes Wasser niedergeschlagen werden; eben dies muß bey bleibendem Druck der Atmosphäre durch Verminder-

N n

rung

rung der Temperatur erfolgen, wo, wenn die Abkühlung bis unter den Gefrierpunct Statt hat, die ausgeschiedene Basis des Wasserdampfs als festes Wasser (Schnee, Reif) zum Vorschein kommen kann. Auf der andern Seite muß das aus dem Wasserdampfe in der Atmosphäre abgeschiedene Wasser durch Verminderung des Drucks derselben bey bleibender Temperatur, oder durch Vermehrung der Temperatur bey bleibendem Druck wieder von neuem in Dampf verwandelt, und so wieder völlig unsichtbar werden.

§. 755. Auf diese wechselseitige Zerlegung und Bildung des Wasserdampfes in der Luft gründeten sich die bekannten Phänomene vom Sichtbarwerden unseres Hauchs in kalter Luft, und der Unsichtbarkeit desselben in warmer; das sogenannte Schwitzen, oder Anlaufen kalter Körper in feuchten und heißen Zimmern; das Schwitzen der Fenster in diesen Zimmern, wenn die äußere Luft kälter ist, als die innere; das Beschlagen der Gebäude beym Thauwetter nach anhaltendem Froste; das Beschlagen der Gläser der Luftpumpe bey Wiederhinzulassung der Luft nach vorhergegangener Verdünnung, u. d. gl. m.

§. 756. Andere Naturforscher erklären die unmerkliche Ausdünstung, wie ich schon oben (§. 719.) angeführt habe, lediglich aus der Auflösung des Wassers in der Luft. Sie nehmen an, daß die Luft nur eine bestimmte Menge Wasser auflösen könne, wo sie dann damit gesättigt sey. Ihr Sättigungsgrad sey aber, wie bey mehreren andern Auflösungsmittele, nach der Temperatur verschieden; eine warme Luft löse mehr Wasser auf, als eine kalte. Wenn
da,

daher die Luft in der Wärme mit Wasser gesättigt sey, so schlage sich dies beym Erkalten daraus nieder, und werde bey zunehmender Wärme der Luft wieder aufgelöst; und hieraus erklären sie die vorher (§ 755.) angeführten Erscheinungen. Allein es läßt sich die Verdunstung nicht allein leichter und ungeszwungener ohne diese Auflösung des Wassers in der Luft erklären, wie Hr. De Luc so gründlich dargethan hat, sondern es steht derselben auch entgegen, daß die Verdunstung ohne alle Luft stattfinden kann, je dann noch desto besser stattfindet; und daß die mit Wasserdunst beladene Luft bey gleicher Wärme und absoluter Elasticität, nach Saussure's Beobachtungen, ein geringeres eigenthümliches Gewicht hat, als die trockne, welches nicht seyn könnte, wenn das Wasser so in der Luft aufgelöst wäre, als ein Salz im Wasser aufgelöst ist. Es kann folglich das Wasser nur als der specifisch leichtere elastische Dampf in der Luft enthalten seyn.

§. 757. Die Atmosphäre ist nie von diesem Wasserdunste frey; und da ihr Druck und ihre Temperatur beständig Abwechselungen unterworfen ist, so geschehen immer bald Zersetzungen, bald neue Bildungen dieses Wasserdampfs darin; und die Luft erleidet solchergestalt Abwechselungen von Feuchtigkeit und Trockniß. Ein Werkzeug, welches bestimmt ist, die in der Luft befindliche Feuchtigkeit anzuzeigen, oder zu messen, heißt ein Hygroskop, oder Hygrometer. Die Substanz, welche durch ihre Veränderungen die in der Luft befindliche Feuchtigkeit anzeigt, heißt der hygroskopische Körper.

§. 758. Zuvörderst muß ich bemerken, daß nur das liquide Wasser feuchtmachend ist, nicht das feste oder das Eis, und nicht das dunstförmige. Feuchtigkeit bezieht sich also nur auf das Anhängen des liquiden Wassers an einen Körper, und das Wasser hört auf, feuchtmachend oder Feuchtigkeit zu seyn, wenn es zum festen Wasser oder zum Dampf wird. Es irren also einige sehr, wenn sie glauben, daß das Hygrometer die Anwesenheit oder Abwesenheit aller wässerigten Basis in der Atmosphäre anzeigen solle, und also auch den elastischen Wasserdampf. Die Erfahrung des Hrn. De Luc und Watt lehret vielmehr, daß eine empfindliche hygroskopische Substanz im Wasserdampfe, der durch die nöthige Wärme durchaus in elastischem Zustande erhalten wird, auf Trockniß zeige. Nur dann, wenn ein Theil des Dampfes durch Abkühlung oder Zusammendrückung gesetzt wird, entsteht Feuchtigkeit im Dampfe durch die jetzt abgeschiedene wässerigte Basis.

§. 759. Man hat eine gar große Menge Körper zu der hygroskopischen Substanz der Hygrometer vorgeschlagen, und ist besonders auch in der Bestimmung der festen Punkte der hygrometrischen Scale sehr schwankend gewesen. Allein erst durch die schätzbaren Bemühungen und scharfsinnigen Untersuchungen der Herren Saussure und De Luc sind feste Grundsätze in der Hygrometrie eingeführt worden. Das Hygrometer des Hrn. Saussure besteht aus einem Menschenhaar, das durch Kochen in einer Lauge des lufsauren Mineralalkali von seiner Fettigkeit befreit worden, an einem festen Punkte angehängt, und am andern Ende mit einer dünnen Welle in Verbindung ist, die einen Zeiger auf einer Scheibe dreher.

het. Durch die Feuchtigkeit wird das Haar schlaff, es verlängert sich, und das kleine Gegengewicht an der Welle drehet diese. Durch Trockniß verkürzt es sich, und überwindet das Gegengewicht der Welle. Den Punct der größten Feuchtigkeit bestimmte der Erfinder unter einer gläsernen Glocke, die mit Wasser gesperrt und inwendig mit Wasser befeuchtet worden ist; den Punct der größten Trockniß aber unter einer gläsernen Glocke, die auf einem bis zum Glühen erhitzten, mit ausgeglühetem Gewächssalkali bedeckten Bleche steht. Den Abstand der Puncte des Zeigers auf der Scheibe in der größten Feuchtigkeit und Trockniß theilt er in 100 gleiche Theile. Hr. De Luc hat theils gegen die Anwendbarkeit des Haares selbst, und aller Fäden überhaupt, theils gegen die Bestimmung der festen Puncte des Hrn. von Saussure, viele auf neue und wiederholte Thatfachen gegründete Bemerkungen gemacht, die wol keinen Zweifel lassen, daß das von ihm vorgeschlagene Fischbeinhygrometer beträchtliche Vorzüge habe. Es besteht aus einem sehr dünnen Streifen Fischbein, der nicht in der Länge, sondern in der Quere der Fibern des Fischbeins geschnitten, unten an einem festen Puncte angehängt, und eben auch mit einer feinen Welle in Verbindung ist, die auf einer Scheibe einen Zeiger drehet. Als Gegengewicht an der Welle dient ein spiralförmig gewundenes feines Golddrath, das an dem einen Ende befestigt, und an dem andern mit der Welle verbunden ist. Den Punct der größten Feuchtigkeit bestimmt es durch unmittelbares Eintauchen der hygroskopischen Substanz in Wasser, und den Punct der größten Trockniß in einem genau verschlossenen und mit frisch

frisch ausgeglühetem ungelöschtem Kalk zum Theil angefüllten zinnernen Gefäße, worin er das Hygrometer aufhängt. Den Abstand beider Punkte, die der Zeiger auf der Scheibe anzeigt, theilt er in 100 gleiche Theile.

Sauvures oben (§. 720.) angeführte Schrift, *Gehlers phys. Wörterbuch*, Th. II. S. 661; *De Luc neue Ideen über die Meteorologie*, Th. I. Cap. 1 — 3. *Eben desselben Abhandl. über die Hygrometrie*, a. d. *philos. Transactions Vol. LXXXI. 1791. übers. in Grens Joura. der Phys. D. V. S. 279. ff.*

§. 760. Ohngeachtet dies Werkzeug ebenfalls nicht die absoluten Quantitäten des in einem gegebenen Volum der Luft befindlichen Wassers anzeigt, sondern nur, ob die Feuchtigkeit größer oder geringer sey, so bleibt es doch ein überaus schätzbares Werkzeug, von dessen mehr ausgebreiteter Anwendung in der Naturlehre sich noch viele Aufschlüsse mancher Operationen der Natur erwarten lassen.

§. 761. Das Wasser ist endlich auch fähig, in den Zustand einer permanent elastischen Flüssigkeit überzugehen, oder zur Luft zu werden, die nicht wie der Dampf durch Kälte und Zusammendrückung ihre Basis, das Wasser, entläßt. Man schütte zu dem Ende reines destillirtes Wasser in eine kleine gläserne Retorte, lege sie in ein Sandbad, kütte den Kopf einer langen irdenen Tobackspfeife an ihre Mündung, bringe das untere Ende der Pfeifenröhre unter Wasser in einem Gefäße oder unter den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pneumatischen Apparats, umgebe den mittlern Theil der Pfeifenröhre mit glühenden Kohlen, und mache ihn durchaus glühend; dann bringe man das Wasser in der Retorte

torte zum Kochen. So wie nun die Dämpfe des kochenden Wassers durch den glühenden Theil der Röhre streichen, verwandeln sie sich in eine wahre luftförmige Flüssigkeit, die das kalte Wasser aus den Gefäßen, worin man sie auffängt, austreiben. Diese Luft ist größtentheils Stickluft oder phlogistische Luft mit etwas weniger respirabler verbunden. Eine andere Methode, diese Verwandlung des Wassers in Luft, durch das Ablöschen glühender Körper darin, zu beweisen, hat Hr. Para angegeben.

Theorie des nouvelles decouvertes en genre de Physique et de Chymie, par Mr. Para. à Paris 1726. 8. S. 511.

§. 762. Es scheint mir keinem Zweifel unterworfen zu seyn, daß hier die Lichtmaterie aus dem Glühen zu gleicher Zeit mit dem Wärmestoff an das Wasser trete, und eine chemische Vereinigung der Basis der elastischen Flüssigkeit, nemlich des Wassers, mit dem Wärmestoff hervorbringe, da hingegen in dem Wasserdampfe bloß der Wärmestoff allein der Basis nur adhärend, nicht eigentlich chemisch damit verbunden ist. Durch ein minderes Verhältniß der Lichtmaterie zur Basis jener Luft verwandelt sie sich in atmosphärische und endlich in dephlogistische; wie da, wo das Wasser in der Glühheize aus Körpern getrieben wird, die im Glühen eine stärkere Anziehung zur Materie des Lichts besitzen, als das Wasser, z. B. aus Braunstein, Salpeter, rothem Quecksilberkalk, deren anhängende Wassertheile solchergestalt als dephlogistische Luft ausgetrieben werden.

§. 763. Ueberhaupt werden die in der Folge bey den Lustarten angeführten Thatfachen beweisen, daß

daß das Wasser die Basis aller luftförmigen Flüssigkeiten, oder Gasarten ausmachen, und wie Hr. De Luc es ausdrückt, ihren ponderabelen Theil bilden helfe.

§. 764. Das Wasser rechne ich übrigens zu den einfachen und elementarischen Substanzen (§. 50.). Die Verwandlungen desselben in Erde, die schon Thales behauptete, Helmont, Boyle und Eller durch Versuche mit dem Wachsen der Pflanzen durch bloßes Wasser, Borricke, Boyle, Wallerius, Eller, Marggraf durch Destillation des Wassers aus gläsernen Gefäßen, oder durch Reiben desselbigen beweisen wollten, hat sich bey genauerer Untersuchung von Lavoisier, Scheele, Dalberg, nicht bestätigt.

Lavoisiers phys. Gemische Schriften, übers. von Weigelt
B. II. 1785. S. 29. ff. in den Anm. der Uebers.

§. 765. Aus den in der Folge anzubringenden Versuchen von der Verwandlung des Wassers in entzündbares Gas, wenn seine Dämpfe durch glühende eiserne Röhren gehen, und in luftsaures und entzündbares, wenn sie in einer glühenden irdenen Röhre durch Kohlen streichen; ferner aus dem zum Vorschein Kommen des Wassers beim Abbrennen des entzündbaren Gas und der Lebensluft, und aus der nahen Uebereinstimmung des Gewichts dieses Wassers mit dem Gewicht der verschwundenen Luftarten, schlossen Hr. Lavoisier und die Anhänger der antiphlogistischen Chemie, daß das Wasser zusammengesetzt sey, aus einem eigenthümlichen Stoffe, der die Basis des entzündbaren Gas ausmache, und den sie *Hydrogène* (Wasserstoff) nennen, und dann aus einem andern, der die Grundlage der Lebensluft

Luft bilde, und der Grund der Säureerzeugung sey, dem sie den Rahmen *Oxygène* (Säuerstoff) beigesetzt haben. Sie glauben, daß das Wasser sehr nahe aus 85 Theilen des Hydrogène und 15 Theilen des Oxygène bestehe. Allein die von den Vertheidigern der Lehre von der Zusammensetzung des Wassers angeführten Versuche beweisen nicht nur nicht, was sie beweisen sollen, sondern es werden auch die Folgerungen, die sie daraus ziehen, durch andere Versuche geradezu umgestoßen; wie die Folge bey der Lehre von den Gasarten lehren wird.

Lavoisier. traité de chimie T. I. S. 37. ff.

Grens Prüfung der neuern Theorien über Feuer, Wärme, Brennstoff und Luft, im Journ. d. Phys. B. II. S. 314. ff. B. III. S. 483.

Fünfter Abschnitt.

Luft und Gasarten.

§. 766.

Unter Luft (*aër*) verstehen wir hier alle permanent elastische, farbentlose, durchsichtige, unsichtbare, in gläsernen und metallenen Gefäßen zurückzuhaltende, flüssige Wesen. Wir betrachten sie hier erst nach ihren physischen Eigenschaften, und nachher nach ihrer Mischung; und zwar beschäftigt uns in Hinsicht der erstern hier zuerst die atmosphärische oder gemeine Luft, die unsere Erde allerwärts umgiebt, und die man auch wol im besondern Sinne unter dem Namen der Luft versteht. Sonst muß man aber die von allem Fremdartigen gereinigte Luft, von der Atmosphäre selbst, oder der ganzen, mit Dünsten

und

und aufgelösten flüchtigen Theilen angefüllten Luft unterscheiden.

§. 767. Die Elasticität der Luft äußert sich dadurch, daß sie sich durch vermehrten Druck in einem kleinern Raum pressen läßt, sich aber bey vermindertem Druck in einen größern Raum ausdehnt. Diese Elasticität ist beständig und permanent, und kann weder durch Kälte, noch durch Druck aufgehoben werden.

Eine mit Luft gefüllte Blase läßt sich zusammendrücken, dehnt sich aber sogleich nach Aufhebung des Druckes wieder in den vorigen Raum aus.

Die zusammengedrückte Luft treibt den Stempel in einem metallenen Cylindrer sogleich wieder zurück.

Die Cartesianischen Teufelchen (§. 312.).

§. 768. Dies Zusammendrücken der Luft geschieht am bequemsten vermittelt der Druckpumpen und Compressionsmaschinen, deren besondere Einrichtung in den Vorlesungen selbst gezeigt wird.

Ich beziehe mich der bequemen Winklerschen Compressionsmaschine mit einigen Abänderungen. (Winklers Anfangsgr. der Phys., Leipz. 1754. 2. S. 130.)

§. 769. Die Luft ist aber nicht allein elastisch, sondern auch schwer, und übt deswegen Druck aus. Wenn man eine gläserne recht trockene Röhre, die an einem Ende geschlossen und länger ist, als 28 Zoll, mit reinem Quecksilber ganz anfüllt, das offene Ende mit dem Finger zuhält, hierauf umkehrt, und nach dem man es in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht hat, die Röhre vertical hält und den Finger vor der Oeffnung wegzieht, so bleibt das Quecksilber darin etwa 28 paris. Zoll über der Fläche des Quecksilbers im Gefäße zurück, durch den Druck der Luft, der auf

auf die Fläche des Quecksilbers im Gefäße einseitig ist. Evangelista Torricelli stellte diesen an Folgerungen so fruchtbar gewesenen Versuch zuerst im J. 1643 an, und bewies dadurch die Schwere der Luft. Die Röhre mit dem Quecksilber darin heißt daher auch die Torricellische Röhre (tubus torricellianus), und der leere Raum über dem Quecksilber in der Röhre die Torricellische Leere (vacuum torricellianum).

Cass. Schotti Technica curiosa. Herbipol. 1664. 4. l. III. S. 192. ff.

Daß aber der Druck der Luft von dem angeführten Phänomen die Ursach sey, das folgt nicht nur unmittelbar Weise aus ihm selbst, sondern wird auch das durch bestätigt, 1) daß durch Wegnahme der Luft über der Fläche des Quecksilbers im Gefäße, unter der Luftpumpe, nach einem in der Folge anzustellenden Versuch, das Quecksilber in der torricellischen Röhre herabsinkt; 2) daß das Quecksilber ganz herausfällt, sobald die Röhre oben geöffnet wird, und also der Druck der Luft nicht mehr einseitig ist; 3) daß das Quecksilber nach hydrostatischen Gesetzen in der Röhre um eben so viel höher steigt, als das Niveau des Quecksilbers außerhalb höher wird; 4) daß, wenn die Röhre enge genug ist, beim senkrechten Herausziehen derselben aus dem Gefäße das Quecksilber in derselben in die Höhe getrieben wird, und oben hängen bleibt.

§. 770. Da der Druck der Luft so groß seyn muß, als der Gegendruck des Quecksilbers in der Torricellischen Röhre, so können wir hieraus mit Recht schließen, daß der Druck der Atmosphäre gegen jede gegebene Fläche so groß sey, als das Gewicht einer Quecksilbersäule von eben dieser Grundfläche, und der Höhe in der Torricellischen Röhre.

Ein parisi. Cubikfuß Quecksilber wiegt nahe 950 Pfund köln.; ein Cubikzoll, Duodecimalmaas, 17 Loth 2½ Quentchen. Wenn also der Druck der Luft das Gleichgewicht hält mit einer Quecksilbersäule von 28 Zoll oder 2½ Fuß, so beträgt er gegen eine Fläche von einem

Quar

Quadratfuß 2216 $\frac{1}{2}$ Pfund, und von einem Quadrat Zoll 15 Pfund 12 $\frac{1}{2}$ Loth könn.

Um jede Linie, um welche das Quecksilber höher oder niedriger, als 28 Zoll ist, beträgt der Druck der Luft auf eine Fläche von einem Quadratfuß 6 $\frac{1}{2}$ Pfund mehr oder weniger.

§. 771. Da die Luft ein flüssiger Körper ist, so müssen auch die Luftsäulen unter einander bei gleichen Höhen und Dichtigkeiten im Gleichgewicht stehen; jede Luftsäule muß auch fähig seyn, statt ihrer benachbarten einen Körper von gleicher Schwere zu tragen, und ihr Druck muß sich zu Folge der hydrostatischen Gesetze nach allen Richtungen zu äußern.

Wenn der Druck der atmosphärischen Luft das Gleichgewicht hält mit einer Quecksilbersäule von 28 Zoll, so muß er auch das Gleichgewicht halten mit einer Wassersäule von 14. 28 Zoll, oder von 35 $\frac{1}{2}$ Fuß (paris.), da das Wasser ein 14 mal geringeres eigenthümliches Gewicht hat.

Auf diesen Druck der Luft gründen sich nun

- 1) Das Aufsteigen des Wassers in den Saugpumpen.
- 2) Das Aufsteigen des Wassers in Spritzen.
- 3) Der Stechheber.
- 4) Der magische Trichter.
- 5) Die Erscheinung, daß aus einem Glase mit enger Oeffnung beim Umkehren nichts herausläuft; daß der Hahn eines Fasses, dessen Spundloch geschlossen ist, nichts herausläßt; daß man in einem Glase durch vorgelegtes Papier bei unten gefehrter Mündung die Flüssigkeit darin zurückhalten kann.

§. 772. Es folgt ferner aus der Schwere der Luft nach hydrostatischen Gesetzen, daß der Druck der Luftsäule abnehmen müsse, wenn ihre Höhe, bei übrigen gleichen Umständen, abnimmt, und umgekehrt; daß folglich das Quecksilber in der Torricellis'schen Röhre in hohen Regionen der Atmosphäre nicht so hoch stehen könne, als in niedrigeren, wie auch die Erfahrung lehrt, und Pascal zuerst 1648 fand.

Am

An hochliegenden Orten kann daher auch eine Saugpumpe das Wasser nicht so hoch ziehen, als in niedrigeren.

§. 773. Aus der Schwere und Elasticität der Luft, zusammengenommen, folgt, daß die Luft in verschiedenen Höhen nicht gleichförmig dicht seyn könne, sondern an den niedrigeren Stellen dichter, und mehr zusammengedrückt seyn müsse, als an den höhern. Dieser Unterschied der Dichtigkeit der verschiedenen Luftschichten ist freylich in kleinen Höhen nicht merklich. Auf und an der Erde aber muß die Luft dichter und specifisch schwerer, und stärker zusammengedrückt seyn, als in höhern Regionen der Atmosphäre. Dies bestätigt die Erfahrung vollkommen.

§. 774. Der Druck der Luft kann sich nicht äußern, oder kann keine Bewegung hervorbringen, so lange er von allen Seiten gleich bleibt; er äußert sich aber so gleich, so bald er einseitig wird, oder auf beiden Seiten einer Flüssigkeit ungleich stattfindet. Hierauf gründen sich die Erscheinungen des Hebers (siphon).

1) Der gemeine Heber.

2) Der württembergische Heber.

3) Der Diabet der Alten.

Heronii, Alexandrini, spirituum liber. Amstelædam. 1716. 4. prop. 12.

Muschenbroek introd. §. 2100.

4) Die Fraternalis Caritas.

5) Kirchers Brunnen, wo ein Storch das Wasser aufsaugt, was eine Schlange ausspehet. (Barsten Anfangsgründe d. Naturl. §. 282.)

§. 775. Die Wirkung, welche ein elastisches coherärendes Fluidum, dergleichen die Luft ist, ausübt, muß ihrer Expansivkraft proportional seyn.

It

Ist also eine Masse Luft im Gleichgewicht, so muß die Expansionskraft jedes Punctes dem Drucke, den sie auf diesen Punct äußert, gleich seyn, und die Luft, die nach dem Zusammenpressen auf ein Hinderniß ihrer Expansion wirkt, muß darauf mit eben der Kraft wirken, mit der sie zusammengepreßt worden war. Es folgt hieraus, daß die Luft, die mit einer bestimmten Kraft in einem Gefäße zusammengedrückt worden ist, gegen die Wände dieses Gefäßes mit eben der Kraft wirke, als diejenige ist, mit der sie zusammengedrückt wird. Da nun die untern Schichten der Atmosphäre durch den Druck der darüberliegenden gepreßt werden, so muß die Dehnkraft jedes Theils dieser untern Luftschichten sich wie das Gewicht der über diesem Theil befindlichen Luftsäule verhalten, und wenn ein Theil davon in einem Gefäße eingeschlossen wird, so muß er darin eben die Kraft ausüben, als der Druck der Luftsäule betrug, den dieser eingeschlossene Theil der Luft vorher getragen hatte. Folglich muß auch in einem geschlossenen Gefäße die Luft, die mit der äußern nicht in Communication ist, das Quecksilber in der Torricellischen Röhre eben so hoch erhalten, als sie es zur Zeit der Einschließung im Freyen erhielt. Jeder Theil der atmosphärischen Luft wirkt also eben das durch seine Elasticität, was der Druck oder das Gewicht der Luftsäule im Freyen bewirkt, die jener Theil zu tragen hatte.

Van Swinden position. phys. T. II. S. 124. ff.

Die Taucherglocke (*campana urinatoria*).

§. 776. Wenn man etwas Luft in einer Blase einschließt, und nun den Druck der äußern Luft dar-

darauf wegnimmt, wie unter der Glocke der Luftpumpe (§. 806.), so dehnt sich aus dem vorher (§. 775.) angeführten Grunde die in der Blase eingeschlossene Luft aus, und schwellt die Blase an. Wenn also Luft in Körpern eingeschlossen ist, und es wird die äußere verdünnt, und dadurch in ihrem Druck darauf vermindert, so äußert die eingeschlossene ihre Dehnkraft, und kann dadurch Bewegung hervorsbringen.

Hierher gehört der Springbrunnen unter der Glocke der Luftpumpe und die Austreibung der Luft aus Körpern dasebst. (§. 806.).

§. 777. Wenn der Raum, in welchen eine Masse Luft eingeschlossen ist, vermehrt wird, so dehnt sich die Luft vermöge ihrer Elasticität in diesem vermehrten Raum aus, und ihre Dichtigkeit nimmt natürlicherweise ab. Die Dichtigkeit, die sie übrig behält, verhält sich zur vorigen, wie der Raum, den sie vorher einnahm, zu dem vermehrten Raum.

§. 778. Wenn auf eine tropfbare Flüssigkeit die Luft an zwey Stellen drückt, an der einen durch ihr Gewicht, an der andern aber, in einem Gefäße eingeschlossen, durch ihre Elasticität, und es wird nun in diesem Gefäße die Luft verdünnt, so wird das Gleichgewicht gehoben; die tropfbare Flüssigkeit wird durch den Druck der äußern Luft in das Gefäß getrieben, und steigt so hoch, bis der senkrechte Druck der aufgestiegenen Säule, und die Elasticität der darüber stehenden Luft das Gleichgewicht mit dem Drucke der äußern Luft hält.

Es werde eine Flasche von elastischem Harz, die zusammengeedrückt ist, mit ihrer offenen Mündung in Wasser gehalten. So wie sie sich wieder ausdehnt, wird die Luft darin verdünnt, und das Wasser steigt darin

em

empor. Es gründen sich auf den angeführten Satz viele Phänomene. Dahin gehört:

1) Das Saugen der Kinder; 2) das Trinken; 3) das Tobackrauchen; 4) das Atmen; 5) die Wirkung der Schröpfköpfe; 6) das Aufsteigen des Wassers und anderer Flüssigkeiten in offenen Röhren, an deren oberem Ende die Luft durch Sagen verdünnt wird; 7) die Füllung der Blasebälge mit Luft; 8) die Wirkung der Milchpumpen aus elastischem Harz; 9) der intermittirende Brunn.

(Sturmii colleg. experimentale, five curiosum. Norimb. P. II. 1685. 4. p. 121. ff.)

10) Die Einrichtung der Ventilatoren.

(Treviwall, in den schwed. Abhandl. J. 1741. B. VI. S. 251. ff. Steph. Hales Description du ventilateur, à Paris 1744. 8. Wilke, in den schwed. Abhandl. B. XXXII. S. 3. ff.)

§. 779. Durch die Zusammenpressung der Luft wächst ihre Dichtigkeit und ihre Elasticität. Wird daher die Luft in einem Gefäße verdichtet, so nimmt ihre Reaction zu; und ihr Druck, den sie durch ihre Elasticität ausübt, verhält sich zum Druck der äußern Luft, die bloß durch ihr Gewicht wirkt, wie die Dichtigkeit jener zur Dichtigkeit von dieser. Wenn also die Luft durch Zusammenpressen in einem Gefäße noch einmal so dicht geworden ist, so reagirt sie von innen gegen den Widerstand, auf den die Luft von außen drückt; durch ihre Elasticität so stark, als wenn in dem Gefäße die Luft im gewöhnlichen Zustande, außerhalb aber alle Luft weggenommen wäre.

Van Swinden post. physiq. II. S. 131. Auf die vermehrte Gewalt der Luft beim Zusammendrücken gründen sich:

1) Die Wirkungen des Heronsballes (pila Heronis), worin man, die Luft entweder durch Hineinblasen, oder wie bei dem größern metallenen, durch die Compressionsmaschine verdichtet. (Fonticulus compressionis).

Muschenbroec introd. §. 2110.

2) Der Heronsbrunnen (fonticulus Heronis).

Hero a. a. O. pr. 9. Muschenbroec introd. §. 2110.

3) Die

2) Die Windbüchse (*Sclopeta pneumatica*).

Muschenbroek §. 2111. 2112.

4) Die magische Tonne.

Boyle's Anfangsgr. der Naturl. §. 228.

§. 780. Man hat aus verschiedenen Versuchen geschlossen, daß der Raum, zu welchem eine Masse von Luft bey gleicher Temperatur durchs Zusammendrücken gebracht werden könne, sich umgekehrt verhalte, wie die drückenden Kräfte, oder die drückenden Gewichte, und daß folglich ihre Dichtigkeit beym Zusammendrücken im geraden Verhältniß stehe mit diesen drückenden Kräften. Dies Gesetz heißt gemeinlich das *Mariottische*; sonst auch das *Boyle'sche*. Bey den äußersten Gränzen der Verdichtung und Verdünnung fällt dies Gesetz freylich weg.

Mariotte *Opera*. Hagae 1740. 4. T. I. p. 155. *Rob. Boyle* *defensio doctrinae de elatere et gravitate aëris, adversus objectiones Franc. Linii*; in seinen *operibus*, Genov. 1680. 4.

Bey der Anstellung des Versuchs zum Beweis dieses Gesetzes in einer gekrümmten gläsernen Röhre, die an dem einen Ende offen, und an dem andern geschlossen ist, worin man die Luft in dem geschlossenen Schenkel, durch Quecksilber in dem offenen, comprimirt, ist es nöthig, daß die Schenkel vollkommen gleich cylindrisch sind, daß die Luft vom Wasserdunst frey sey, und während dem ganzen Versuch einerley Temperatur behalte. Endlich muß auch das Quecksilber selbst keine neue Luft etwa hinzu bringen.

§. 781. Die Elasticität einer und derselben Luftmasse verhält sich umgekehrt wie die Räume, die sie einnimmt, und gerade wie die Dichtigkeit.

§. 782. Die Wärme wirkt auf die Luft, wie auf andere Körper; durch Vermehrung derselben wird sie ausgedehnt, durch Verminderung zusammenggezogen. Ist die Luft in einem Gefäße eingeschlossen, so nimmt durch Vermehrung der Wärme ihre Ela-

sticität zu, durch Verminderung derselben nimmt sie ab.

Eine mit wenig Luft erfüllte Blase schwillt in der Hitze auf.

Im Luftthermometer drückt die durch die Wärme ausgedehnte und in ihrer Elasticität vermehrte Luft die Flüssigkeit in die Höhe.

Im Heronsball wird das Wasser durch erwärmte Luft zum Springen gebracht.

Die Feuerfontaine.

§. 783. In Ansehung des Maasses der Ausdehnung der Luft durch eine bestimmte Anzahl von Graden der Wärme weichen die Resultate der Beobachter gar sehr von einander ab. Hr. de Luc nimmt an, daß sich die Luft vom Gefrierpuncte bis zum Siedepuncte um $\frac{372}{1600}$, folglich für jeden Grad Aenderung des Quecksilberthermometers mit Reaum. Scale sich um $\frac{1}{317}$ ihres Voluminis ausdehne; und seinen Versuchen zu Folge nimmt man an, daß die Luft von der mittlern Temperatur (56 bis 60 Gr. Fahrh.) bis zur Siedhize des Wassers um $\frac{1}{3}$ in ihrem Volumen wachse. Nach den Versuchen des Hrn. Nol hingegen zeigt bey 15° Gr. Reaum. jeder Grad Zunahme der Wärme an, daß der Umfang der Luft um $\frac{1}{178}$ zugenommen habe. Hr. von Saussure giebt ein anderes Verhältniß an, und nach ihm bringt zwischen dem 6° R. bis zum 22° ein Grad Aenderung des Thermometerstandes eine Aenderung des Voluminis der Luft um $\frac{1}{317}$ zu Wege. Nach den Erfahrungen der Herren Bandermonde, Berthollet und Monge dehnt sich die atmosphärische Luft, bey unverändertem Druck, um $\frac{1}{184.8}$ ihres Volums durch jeden Grad Reaum. aus. Indessen lehren die genannten Versuche

des

des Hrn. Morveau und Du Bernois, daß die Zunahme der Luft durch die Wärme progressiv ist, oder daß die Luft durch gleiche Quantitäten der Wärme nach dem Thermometermaasse um so viel mehr ausdehnbar ist, je mehr sie schon ausgedehnt ist. Nach den Versuchen derselben beträgt die Vermehrung des primitiven Volums der trocknen atmosphärischen Luft, beym Barometerstande von 26 Z. 9,5 Linien.

| | |
|-------------------------|---------|
| von 0 bis 20 Gr. Reaum. | 0,0789 |
| 0 „ 40 „ „ | 0,2570 |
| 0 „ 60 „ „ | 0,6574 |
| 0 „ 80 „ „ | 0,9368. |

Es beträgt diesernach die Vermehrung des Volums

| | | | |
|-------------------------|--------|---|-------------------|
| von 0 bis 20 Gr. Reaum. | 0,0789 | = | $\frac{1}{12,67}$ |
| 20 „ 40 „ „ | 0,1781 | = | $\frac{1}{5,61}$ |
| 40 „ 60 „ „ | 0,4004 | = | $\frac{1}{2,49}$ |
| 60 „ 80 „ „ | 0,2794 | = | $\frac{1}{3,57}$ |

Ein Hauptumstand bey Versuchen dieser Art ist die Abwesenheit des Wasserdunstes in der Luft, da dieser sich ganz anders ausdehnt, als die Luft.

De Luc über die Atmosph. §. 607. Schukbnrgh in den *Philos. Transact.* Vol. LXVII. S. 363. ff. Le Roi, ebendas. S. 689. ff. Saussure *Hygrometrie* §. 113. *Vandermonde, Berthollet et Monge mem. sur le fer*, in den *Mém. de l'ac. roy. des sc.* 1786. S. 36. ff. Morvéaus oben (§. 705.) angef. Abhandl.

• Nach Robins wird die Luft von der mittlern Temperatur bis zur Hitze des glühenden Eisens um das Vierfache ihres Volums ausgedehnt.

§. 784. Die Versuche von Amontons, und die noch genauern von Roi lehren, daß die Elasticität einer und derselben Luftmasse, deren Dichtigkeit sich gleich bleibt, durch die Wärme nach eben dem Verhältnisse wachse, als sie durch dieselbe sich in einen größern Raum ausdehnen kann (§. 783.).

Amontans in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1702. S. 160. ff. *Le Roi* a. a. D.

§. 785. Aus der Verbindung dieses Satzes mit dem vorigen (§. 781.) folgt, daß die Elasticität von einerley Luftmasse im zusammengesetzten Verhältniß ihrer Dichtigkeit und Wärme, oder daß sie dem Producte ihrer Wärme in ihrer Dichtigkeit proportional sey.

Einen sehr bündigen Beweis dieses Satzes hat Hr. Lempe geliefert: *Beytrag zur Aerometrie*, von Joh. Fr. Lempe; in *Grens Journ. der Phys.* B. VII. S. 2.

§. 786. Da also die Elasticität der Luft durch die Wärme wächst, so kann auch eine dünnere Luft, welche erwärmt ist, einer dichtern, aber kältern, Luft das Gleichgewicht halten. Die erwärmte Luft breitet sich daher in der kältern aus, steigt in derselben empor, oder ergießt sich über diese hin.

Hierauf gründen sich

- 1) Die Wirkung der Wetterschächte, und die Wetterwechsel in Gruben.

Lomonosow, in den *nov. comment. petrop.* T. I. S. 267. ff. *Fars* in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1762. S. 218. ff.

- 2) Der Zug der Luft in den Windböen.

- 3) Das Emporsteigen der Montgolfieren.

Van Swinden *posit. phys.* T. II. S. 220. ff. *Fenjas de St. Fond* *description de la machine aérostatique de Monf. de Montgolfier.* à Paris 1784. T. I. II.

- 4) Die entgegengesetzten Ströme der Luft durch die geöffnete Thür eines geheizten Zimmers.

§. 787. Hierauf gründet sich ferner die Methode, Gefäße mit sehr enger Mündung mit Wasser oder andern tropfbaren Flüssigkeiten leicht zu füllen. Wird nemlich durch Erwärmung des offenen Gefäßes die darin enthaltene Luft so viel als möglich ausgetrieben:

Wird, und dann die offene Mündung des heißen Gefäßes in die Flüssigkeit gestellt, so kann die darin zurückbleibende Luft beim Abkühlen nicht mehr dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht halten, und diese treibt nun das Wasser in dasselbe hinein. Aus der Vergleichung des übrigbleibenden Raums, den jetzt die abgekühlte Luft im Gefäße noch einnimmt, mit dem Inhalte des Gefäßes, läßt sich der Grad der Verdünnung, den die Luft erlitten hatte, bestimmen.

§. 788. Wie stark sich die Luft zusammendrücken oder wie viel sie sich ausdehnen lasse, weiß man nicht. Ein gewisses Maximum der Dichte oder Dünne, aber muß es geben, da sie wol nicht bis ins unendliche fortgehen können. Hales und Richmann brachten sie durch Zusammendrückung in einen 300 mal kleinern Raum. Bey der Entzündung des Schießpulvers im eingeschlossenen Raume ist indessen die Luft, die sich dabey bildet, im Augenblick ihrer Entwicklung gewiß in einen noch kleinern Raum gezwängt.

§. 789. Die Erfahrung lehrt, daß an einem und demselbigen Orte die Höhe des Quecksilbers in der Torricellischen Röhre (§. 769.) nicht dieselbige bleibt, sondern zu verschiedenen Zeiten bis auf eine gewisse Gränze größer oder kleiner ist. Es folgt hieraus, daß in der Atmosphäre Ursachen wirksam seyn müssen, die den Druck der Luft auf die Quecksilbersäule veränderlich machen. Weil also die Torricellische Röhre den Druck der Luft durch die damit correspondirende Quecksilbersäule anzeigt, so hat man ihr den Namen des Barometers, oder Baroscops gegeben; und weil mit der Veränderung des Drucks der Luft gewöhnlich eine Veränderung der Witterung

terung verknüpft ist, so nannte man es auch ein Wetterglas.

§. 790. Man hat dem Barometer mancherley Einrichtungen zu geben gesucht, theils um es zu verschiedenen Anwendungen bequemer, theils die Veränderungen auffallender zu machen, und genauer zu messen. So wie die Einrichtung §. 769. angegeben ist, und wie sie zuerst bey der Erfindung war, erfordert das Instrument viel Quecksilber, ist nicht bequem zu transportiren, und es läßt sich nicht gut eine Scale daran anbringen. Man krümmte zu dem Ende die Röhre wieder nach aufwärts, und maß die Höhe der Quecksilbersäule von der horizontalen Oberfläche des Quecksilbers in dem kürzern Schenkel. Da aber das Quecksilber, wenn es in der längern Röhre durch den verminderten Druck der Atmosphäre, z. B. um einen Zoll, sinken sollte, in diesem kürzern Schenkel steigt, und nun hier wieder um so viel durch seine eigene Schwere zurückwirkt, folglich macht, daß das in der längern Röhre enthaltene nur um einen halben Zoll sinken kann, so gab man diese Einrichtung bald wieder auf, die man doch nachher für die vollkommenste gehalten hat. Man gab also diesem kürzern Schenkel ein weites kugelförmiges Verhältniß, damit das in der längern Röhre herabsinkende Quecksilber sich in einen desto weitem Raum ausbreiten, und hier in der Kugel die Höhe desselben nur unmerklich vermehren, auf das Fallen oder Steigen in der engern Röhre aber keinen merklichen Einfluß haben möchte, da Flüssigkeiten von einerley Art auch in Röhren von ungleicher Weite gleich hoch stehen (§. 288.). Je weiter die Kugel des kürzern Schenkels in Vergleichung der torricellischen Röh-

Röhre ist, um desto weniger wird das Niveau der Quecksilberfläche in dieser Röhre durch das Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Torricellischen Röhre erniedriget oder erhöht.

§. 791. Zu ganz genauen Beobachtungen aber, und zu solchen Versuchen, wo das Fallen des Quecksilbers sehr beträchtlich ist, kann dies Barometer aus den angeführten Gründen nicht sicher angewendet werden; wenn man die Scale nicht beweglich macht. Herr de Luc ging daher zu der erstern einfachen Einrichtung dieses Instruments wieder zurück, und zeigte, daß das Barometer mit dem nach oben zu gekrümmten, gleich weiten Schenkel, oder das sogenannte heberförmige oder Heberbarometer alle Vorzüge besäße, und durch die gehörige Einrichtung desselben der vorhin genannte Fehler, daß es die Höhe des Quecksilbers beym Fallen zu groß und beym Steigen zu klein angiebt, völlig gehoben werden könnte. Wenn man nemlich von dem, um welches das Quecksilber in der längern Röhre gefallen ist, das abzieht, um welches es in den kürzern Schenkel stieg, oder zu dem, um welches es in den längern Schenkel stieg, das, um welches es in den kürzern stiel, addirt; so hat man jedesmal die wahre Höhe des Fallens und Steigens. Nur die Quecksilbersäule in der Torricellischen Röhre, die über dem Niveau des Quecksilbers im kürzern Schenkel steht, ist es, die dem Drucke der Luft correspondirt.

De Luc über die Atmosphäre §. 381. ff.

§. 792. Zu der genauen Einrichtung des Barometers gehört, 1) daß es bloß und allein durch Veränderungen im Drucke der Luft officirt werde, und

und diese Veränderung auch wahrhaft anzeige. Dazu ist nöthig, daß die Torricellische Leere vollkommen rein sey; denn, wenn sie Luft enthält, so wird die Quecksilbersäule kürzer seyn, als sie sollte, und die Wärme wird darauf Einfluß haben. Durch Erhitzung der Torricellischen Leere muß also das Quecksilber in der Röhre nicht herabgedrückt werden, oder sinken. Um diese Torricellische Röhre rein zu erhalten, ist es nöthig, bey Verfertigung des Barometers das Quecksilber in der Röhre stark auszukochen. Aus der allgemeinen Wirkung der Wärme auf alle Körper wird man leicht einsehen, daß die Barometerhöhe bey größerrer Wärme größer, und bey geringerer Wärme kleiner seyn müsse, wenn auch der Druck der Luft derselbige bleibt. Herr De Luc fand bey genauer Untersuchung, daß eine 27 Zoll lange Quecksilbersäule vom natürlichen Gefrierpuncte bis zum Siedepuncte des Wassers um 6 Linien oder $\frac{1}{4}$ ihrer Länge zunehme. Nimmt man diese Bestimmung für die richtige, so muß die Quecksilbersäule im Barometer, das bey'm natürlichen Frostopuncte auf 27 Zoll stand, bey unverändertem Druck der Atmosphäre z. B. um 1 Linie steigen, folglich 325 Linien hoch stehen, wenn die Temperatur um den sechsten Theil des Fundamentalabstandes vom Thermometer zunimmt, und 62° Fahr. oder $13\frac{1}{3}^{\circ}$ Reaum. wird. Die Aenderung der Wärme um 30° Fahr. bringt also das Barometer jedesmal um 1 Linie höher, und jede Aenderung um 1° um $\frac{1}{30}$ einer Linie. Herr De Luc hat zu dem Ende um mehrerer Bequemlichkeit willen den Fundamentalabstand vom natürlichen Frostopunct bis zum Siedepunct am Thermometer in 96 gleiche Theile getheilt, und so kommt auf je-

den

den 1sten Grad Zunahme der Wärme dieses Thermometers 1 Linie Zunahme der Höhe des Barometers, und auf jede Aenderung der Wärme um 1 Grad, 1/18 Male Aenderung des Barometerstandes.

De Luc Unters. über die Atmosph. S. 352 — 365.

Ohne durch neue Scalen die Thermometersprache unnöthigerweise noch mehr zu erweitern, findet man die Berichtigung des Barometerstandes wegen der Wärme, wenn der am Thermometer beobachtete Grad k , der, auf welchen man die Beobachtung reduciren will, i , und die Zahl der Grade des Fundamentalabstandes vom Eispunkte bis zum Siedepunkte f heißt, wenn man

zur beobachteten Barometerhöhe B noch $\frac{i - k}{54 f} B$ hinzusetzt, oder, wenn $i - k$ negativ ist, $\frac{k - i}{54 f} B$ davon abzieht. (S. Schlers physik. Wörterb. Art. Barometer.)

Noch ist hier zu erinnern, daß der Fundamentalabstand an der Fahrenheit'schen Scale vom natürlichen Gefrierpunkte bis zum Siedepunkte bei der Bestimmung des Hrn. de Luc von 27 R. Barometerhöhe eigentlich nur gleich 178 Gr. gesetzt werden kann, nicht 180 Gr.

Van Swinden polit. phys. II. S. 107. f.

Nach Roy (Philos. Trans. Vol. LXVII. S. 635. ff.) beträgt die verlängerte Ausdehnung einer 27 Zoll langen Quecksilbersäule durch die Wärme vom natürlichen Frostopunkte bis zum Siedepunkte 0,5117 engl. Zoll, oder 5,7617 parisi. Linien; auch ist die Zunahme durch gleiche Anzahl von Graden in den verschiedenen Temperaturren nicht gleich groß; nach Rosenthal (Verträge zur Verbesserung, Kenntniß, und Gebrauch meteorologischer Werkzeuge. Gotha: B. I. 1782. B. II. 1784. 8.) ist die Ausdehnung der Quecksilbersäule 5,56 parisi. Lin. und nach Luz (Beschreib. von Barometern, s. oben S. 663. Anm.) 5,64 parisi. Linien.

Einnreiche Vorschläge zur Berichtigung des Barometerstandes wegen des Einflusses der Wärme, ohne Thermometer, haben La Grange (Miscellanea Taurinensia, 1759. T. I. S. 15. ff.) Lamonon (Journal de Physique T. XIX. S. 7. ff.) und Rosenthal (Anleitung, das de Luc'sche Barometer zu einem höhern Grade der Vollkommenheit zu bringen, Gotha 1779. 8.) gethan. Es gehört hierzu ein heberförmiges Barometer, dessen Schenkel ganz genau gleich weit sind.

Van Swinden polit. phys. T. II. S. 104. f.

§. 793. 2) Ein zweyter Umstand bey'm Barometer ist die Scale. Zu dem Ende wird die mit Quecksilber gefüllte, gehörig ausgefochte, und gleich weite Röhre auf einem Brett unbeweglich befestigt, und darauf die Scale nach einem sehr genauen Fußmaasse in Zollen und Linien aufgetragen. Bey uns ist es gewöhnlich, sich dazu des Pariser Fuß, Maasses zu bedienen. Bey'm heberförmigen Barometer zieht man gemeinlich in der Mitte der Quecksilbersäule in der Torricellischen Röhre einen horizontalen Strich, trägt die Abtheilungen in Zollen, Linien, und Zehnthheilen der Linien oberhalb und unterhalb derselben auf, und um die jedesmahlige wahre Höhe der Quecksilbersäule, die durch den Druck der Luft erhalten wird, zu finden, addirt man den Stand des Quecksilbers oberhalb jener Mittellinie, und unterhalb derselben bis zum Niveau des Quecksilbers im kürzern Schenkel, mit einander. Wenn man das Barometer bloß zur Beobachtung der Veränderungen des Drucks der Luft für einerley Ort braucht, so ist es hinreichend, die Unterabtheilungen der Zolle in Linien, und Zehnthheilen der Linien, nur einige Zolle oberhalb und unterhalb des Standes des Quecksilbers in beiden Schenkeln anzubringen. Zu den Beobachtungen kleinerer Theile des Maassstabes dient ein Nonius oder Vernier.

Da man sich auch des engl., rheinl. und schwedischen Maasses zu den Beobachtungen hier und da bedient, so theile ich hier nach van Swinden (*posit. phys. T. II. S. 107*) die Vergleichung derselben mit:

| engl. | rheinl. | paris. | schwed. |
|-------|---------------|----------------|---------------|
| 31 Z. | 30 Z. 1/13 L. | 29 Z. 1/105 L. | 26,52 Dec. 3. |
| 30 " | 29 " 1/48 " | 28 " 1/79 " | 25,66 " |
| 29 " | 28 " 1/83 " | 27 " 2/53 " | 24,81 " |
| 28 " | 27 " 2/18 " | 26 " 3/27 " | 23,95 " |

§. 794. 3) Bey der Beobachtung des Standes des Quecksilbers im Barometer, und der Messung der Länge der Quecksilbersäule, ist es nöthig, daß die Röhre des Barometers vollkommen vertical hänge; daß bey der Beobachtung das Auge in einerley horizontalen Ebene mit der Fläche des Quecksilbers gehalten werde; und daß man den Stand des Quecksilbers bey dem höchsten Punkte seiner Convergenz ermesse. 4) Sonst gehört es noch zur Verfertigung genauer und vergleichender Barometer, als wesentlich, daß das Quecksilber von der größten Reinheit sey, und daher einerley eigenthümliches Gewicht in den verschiedenen Barometern habe, welches allerdings ein Hauptumstand ist; daß die Röhre allenthalben gleich weit, und ohne Rauigkeit sey; daß bey dem heberförmigen Barometer der kürzere Schenkel genau parallel mit dem längern, und mit ihm von gleich weitem Durchmesser; und endlich daß die Röhre von gehörigem Durchmesser (2 bis 3 Linien) sey.

Van Swinden posit. phys. T. II. S. 94. — 112.

§. 795. Um kleine Veränderungen des Drucks der Luft am Barometer recht bemerkbar zu machen, hat man allerley Complicationen und Künsteleyen daran ausgedacht. Dahin gehören:

1) Das **Huggensche Doppelbarometer.**

Journ. des Sav. 1672. Dec. S. 139. *Oper. phys.* T. I. S. 276. *Muschenbroek* introd. §. 2080.

2) Das **Hooke'sche, oder de la Hire'sche Doppelbarometer.**

Hook in den *philos. Transf.* n. 185. Vol. XVI. S. 241. *De la Hire*, in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1708. S. 157. ff. *Muschenbroek* introd. §. 2081.

3) **Hooke's**

3) Goets's Radbarometer.

Hout micrographia. London 1665. Fol. T. XXXVII.
Fig. 4. Muschenbroek §. 2029.

4) Norlands schief liegendes Barometer.

Muschenbroek introd. §. 2078.

5) Bernoulli's rechtwinkliges Barometer.

Muschenbroek §. 2083.

Alle diese Abänderungen des Barometers selbst aber leisten zu genauen Beobachtungen des Drucks der Luft die gehofften Vortheile nicht, bringen Vermehrung des Friction zuwege, und der Einfluß der Wärme und Kälte darauf läßt sich nicht leicht und genau berechnen.

De Luc Unters. über die Atmosph. Th. I.

Von Reisebarometern sehe man: De Luc a. a. O. Th. II. §. 459. ff. J. G. v. Magellans Beschreibung neuer Barometer, a. d. Franz. Leipzig. 1782. 8. Lichtenbergs Magazin für das Neueste aus der Phys. B. I. St. 3. S. 98. Description d'un barometre portatif par Mr. J. G. Sulzer, in den act. helvet. T. III. S. 259. ff. Beschreibung eines neuen Reisebarometers, von Hr. Lutter, in Lichtenb. Magazin. B. V. St. 4. S. 84. ff.

§. 796. Wenn man mit dem Mariottischen Gesetze (§. 780.), daß bey gleicher Wärme die Dichtigkeit der Luft und also auch ihre Elasticität der darauf drückenden Kraft proportionirt sey, noch die Folgerung verbindet, daß bey einerley Masse der Luft und bey gleichem Druck die Wärme in dem Verhältniß des Raumes wachse, und diese Säge auf das Luftpneumometer (§. 665.) anwendet, so hat man an demselben einen Maasstab für die Wärme der eingeschlossenen Luft, und es kann alsdenn dadurch, daß man an demselbigen die Wirkungen des Barometers

ters von denen der Wärme allein gehörig unterscheidet, von den Fehlern befreiet werden, die es sonst hat.

§. 797. Man füllet zu dem Ende eine oben offene mehrere Fuß lange enge gläserne Röhre, welche unten umgebogen ist, und hier in eine hinlänglich große Kugel ausläuft, mit Quecksilber, daß die Kugel ohngefähr bis zur Hälfte, und auch die Röhre bis zu einer gewissen Höhe damit angefüllt ist, so daß in dieser das Quecksilber etwa bey der mittlern Temperatur um $1\frac{1}{2}$ Fuß höher steht, als in der Kugel. Die in der Kugel eingeschlossene Luft ist natürlicherweise stärker zusammengepreßt, als die atmosphärische, und sie hält das Gleichgewicht mit einer Quecksilbersäule, deren Höhe so groß ist, als die dermalige Barometerhöhe, und mit der Quecksilbersäule, die von dem Niveau des Quecksilbers in der Kugel an in der Röhre steht. Wenn man also nun jedesmal zu der Höhe der Quecksilbersäule in der Röhre dieses Werkzeuges (die vom Niveau des Quecksilbers in der Kugel an gerechnet ist), die jedesmalige Barometerhöhe addirt, so hat man die Höhe einer Quecksilbersäule, deren Gewicht der Elasticität der in der Kugel eingeschlossenen Luft, und folglich der Wärme proportionirt ist, die auf die Luft wirkt. Auf diese Art eingerichtet ist es Amontons's Luftthermometer.

Amontons, in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1702. S. 160. ff. Lamberts *Pyrometrie* Th. II. Hauptst. 3. Barthelemy's *Anfangsgr. der Naturl.* S. 425. ff.

Wenn die Luft bey gleichem Druck durch gleiche Quantitäten der Wärme nicht gleich stark ausgedehnt wird, in verschiedenen Intervallen der Temperaturen, (§. 783.) so sieht man auch leicht, daß dies Luftthermometer die Verhältnisse der wirklichen Wärme nicht durch

durch Verhältnisse der Ausdehnung der Luft angegeben kann. Uebrigens habe ich bemerkt, daß die Luft in der Kugel durch das berührende Quecksilber beim Schmelzen der Pflöge fähig ist, und folglich dann nicht mehr ihre vorige Elasticität und Ausdehnbarkeit behält.

§. 798. Das Bernoullische Luftthermometer erhält man, wenn man die Kugel eines Rapselbarometers zuschmelzt. Die Vorzüge desselbigen für den gewöhnlichen (§. 665.) bestehen darin, daß es nun nicht mehr dem Wechsel der äußern Luft oder ihres verschiedenen Drucks ausgesetzt ist; nur muß der Torricellische Raum dabey vollkommen seyn. Sonst aber hat es die Unbequemlichkeit, daß die Röhre daran sehr lang, und weit länger, als bey einem gewöhnlichen Barometer seyn muß, weil sonst das Aufsteigen des Quecksilbers bey verstärkten Graden der Wärme die ganze Röhre ausfüllen würde. Uebrigens muß die Röhre enge genug, und die Kugel dagegen hinlänglich weit seyn.

§. 799. Die physischen Eigenschaften unserer atmosphärischen Luft, besonders die Wirkungen ihres Druckes und ihrer Elasticität, hat man besonders erst durch die Luftpumpe (antlia pneumatica) kennen gelernt. Sie ist die Erfindung eines Deutschen, des Magdeburgischen Bürgermeisters, Otto von Guericke. Er stellte seine, nach der damaligen Zeit sehr merkwürdige, Versuche zuerst im Jahr 1654 öffentlich zu Regensburg, in Gegenwart des Kaisers, Ferdinands des Dritten, und mehrerer deutschen Reichsfürsten an. Caspar Schott machte diese Versuche zuerst bekannt. Aus seiner Schrift, lernte sie Robert Boyle, der nachher diese Erfindung mit einigen Veränderungen noch mehr verbreitete.

Cass. Schotti ars mechanico - hydraulico - pneumatica. Herbip. 1657. 4. Otton. de Guericke experimenta nova, ut vocantur, magdeburgica de vacuo spatio. Amstelæd. 1672. 8. Rob. Boyle nova experimenta physico - mechanica de vi aëris elastica et eiusdem effectibus; ex angl. transl. Genev. 1680.; in seinem operibus.

§. 800. Das Wesentliche der Luftpumpe besteht aus einem hinlänglich starken metallenen Cylinder, oder dem Stiefel, der inwendig so genau als möglich von gleich weitem Durchmesser ist, und in welchem ein genau passender Stempel (Embolus) bequem auf- und niedergeschoben werden kann. In den Boden des Stiefels tritt eine Röhre, welche durch einen Teller geht, auf welchen man den Recipienten oder das Gefäß aufsetzt, aus welchem die Luft ausgepumpt werden soll.

§. 801. Wenn der Stempel von dem Boden des Stiefels in die Höhe gezogen wird, so tritt die Luft unter dem Recipienten, der auf dem Teller der Luftpumpe genau anschließen muß, wegen ihrer Elasticität durch die Röhre in den Stiefel, und die Luft wird also unter dem Recipienten verdünnt. Beim Zurückstoßen des Stempels in den Stiefel darf nun die Luft nicht wieder unter den Recipienten treten, sondern es muß die Einrichtung getroffen seyn, daß die Luft einen andern Ausgang finden kann. Ist dies geschehen und wird der Stempel von neuem in die Höhe gezogen, so wird die Luft unter dem Recipienten abermals wieder in den Stiefel treten, und solchergegestalt bey wiederholter Arbeit immer mehr und mehr verdünnt werden. Je größer der Raum des Cylinders in Vergleichung mit dem Recipienten ist, desto stärker und schneller geschieht auch die Verdünnung.

§. 802.

§. 802. Um bey'm Zurückstoßen des Stempels die in den Stiefel getretene Luft zu nöthigen, einen andern Ausweg zu finden, und zu verhindern, daß sie nicht wieder in den Recipienten zurücktreten kann, dient entweder ein Hahn in der den Stiefel mit dem Teller verbindenden Röhre, der auf eine doppelte Art durchbohrt ist, und hiernach bey'm Herausziehen und Herunterstoßen des Stempels jedesmal gedrehet werden muß; oder es sind Ventile angebracht, eines im Boden des Stiefels, und eines in dem Stempel, die sich beide aufwärts öffnen. Bey den Luftpumpen mit einem Hahn ist der Stiefel gewöhnlich und wegen der mehrern Bequemlichkeit liegend, entweder ganz horizontal, oder schief gegen den Horizont; bey denen mit Ventilen ist er stehend, und sie heißen deswegen auch wol verticale Luftpumpen. Man hat diese auch mit zwey Cylindern, die sich in die gemeinschaftliche Röhre des Tellers endigen, und zum schnellern Auspumpen sehr bequem sind. Sonst sind bey allen diesen Luftpumpen mancherley Vorrichtungen angebracht worden, den Stempel in dem Cylinder bequemer auf und nieder zu bewegen. Um übrigens in den Raum unter dem Recipienten auf dem Teller wieder bequem Luft lassen zu können, muß die Verbindungsrohre zwischen dem Stiefel und dem Teller mit einem Hahn oder Wirtel versehen seyn.

§. 803. Seit der Erfindung der Luftpumpe durch Otto von Guericke, und ihrer ersten Verbesserung durch Rob. Boyle, ist man häufig bemüht gewesen, dem Werkzeuge theils mehrere Vollkommenheit, theils mehrere Bequemlichkeit zu geben. Diese Bemühungen haben aber auch zum Theil das

Jas

Instrument complicirt gemacht. Auf die Verschiedenheit der Einrichtung des dabey angewendeten Mechanismus gründen sich verschiedene Arten der Luftpumpen, wovon ich hier nur die gewöhnlichen, und die neuern nenne:

1) Senguerds Luftpumpe. Sie ist mit einem Hahn, und schiefstehend oder horizontal; und die gezahnte Stempelftange wird vermittelst eines Kreuthaspels aus- und eingewunden.

Wolfs nützliche Vers. Th. I. S. 112. ff.

2) Hawksbee's Luftpumpe. Sie ist mit doppelten, stehenden, Stiefeln und mit Ventilen. Die gezahnten Kolbenstangen werden durch ein Stirnrad vermittelst einer Kurbel auf und nieder gewunden.

Acta eruditorum. Supplem. V. S. 403.

Hawksbee experiences physico-mécaniques, trad. de l'Angl. à Paris 1754. 2 Vol. 8.

3) Leupold's Luftpumpe. Sie ist von der vorigen dadurch unterschieden, daß die Kolbenstangen an einer Art Waagebalken durch einen doppelarmigten Hebel auf und niedergedrückt werden.

Acta eruditor. 1713. S. 95. Leupold deutliche Beschreibung der sogenannten Luftpumpe. Leipz. 1707. 4. Erste Fortsetzung. 1711. 4.

4) Nollets einfache und doppelte Luftpumpe. Sie haben die Einrichtung, daß einerley Mechanismus, welcher die Kolben zu bewegen dient, auch den Hahn jedesmal in die rechte Stellung versetzt.

Nollet, in den Mém. de l'acad. roy. des sc. 1740. S. 385. und 567.; 1741. S. 338.; imgl. in den Leçons de Phys. experim. T. III. Lec. X. Karstens Lehrbegriff der ges. Mathematik, Th. VI. S. 432. ff.

SGravesands einfache und doppelte Luftpumpen sind im Wesentlichen den Nolletschen ähnlich, nur mehr zusammengesetzt.

Joh. von Muschenbroek Beschreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe, a. d. Franz. übers. von M. Joh. Christoph Thenn. Augsb. 1765. 8. Karstens Lehrbegr. T. VI. S. 439. ff.

5) Smeatons Luftpumpe, mit Ventilen, und so eingerichtet, daß sie auch zum Zusammendrücken der Luft angewendet werden kann.

A Letter from M. J. Smeaton, concerning some improvements made by himself in the air-pump; in den *philos. Trans. Vol. XLVII. S. 415 ff.* Karstens Lehrbegriff der Mathem. Th. VI. S. 443. ff. Ebendesselben Anfangsgr. der Naturl. §. 232. ff.

Einige Verbesserungen dieser Luftpumpe hat Hr. Leiste angegeben. (Beschreibung einer neuen Luftpumpe. Wolfenbüttel 1772. 4.)

Die Smeatonsche Luftpumpe, mit den von Clairaut und Blunt angebrachten Verbesserungen, beschreibt Hr. Lichtenberg. (Willeboms Anfangsgr. der Naturlehre. 4. und 5. Aufl. nach der Vorrede.)

6) Euthbertsons Luftpumpe, ohne Hähne und Ventile, mit Stöpseln und Oehlladen.

Beschreibung einer verbesserten Luftpumpe, von Joh. Euthbertson, a. d. Engl. Mannheim 1788. 8.

7) Schraders Luftpumpe, mit metallnen Kegelsventilen.

Beschreibung einer neuen und vollkommenen Einrichtung der Luftpumpe. Götting. und Leipz. 1791. 8., und in Grens Journ. d. Phys. B. III. S. 357. ff.

Als eigenthümliche Arten der Luftpumpen sind folgende anzusehen:

8) Baaders Luftpumpen mit Quecksilber.

a) Physikalisches Tagebuch, von Zübner. 1. Jahrg. 1784 S. 690.

b) Grens Journ. d. Phys. B. II. S. 326. ff.

9) Hindenburgs Luftpumpe mit Quecksilber.

Antliae novae hydraulico - pneumatice mechanismus et descriptio, auct. C. F. Hindenburg. Lips. 1787. 4.

10) Wils

10) Wilkens und Berrettray's Luftpumpe durch Wasserdämpfe.

Wille, in den schwed. Abhandl. 1769. B. XXXI. S. 31. ff.
Beschreibung von des Herrn Abt Cajet Berrettray Luftpumpe; in Grens Journ. der Phys. B. VI. S. 86. ff.

* * *

In Ansehung der Erfordernisse einer guten Luftpumpe, und der Berechnung ihrer Wirkungen sehe man: Karstens Lehrbegriff der Mathem. Th. VI. Pneumatik 5. 6. 7. Abschn.; Van Swinden posit. phys. T. II. S. 140 — 157.

§. 804. Zu den Recipienten bey der Luftpumpe bedient man sich in den mehresten Fällen gläserner Glocken von hinlänglicher Stärke, deren Gewölbe der äußern Luft widersteht, wenn der Druck derselben durch die Verdünnung der Luft unter der Glocke einseitig wird. Um das Eindringen der äußern Luft zwischen dem Rande der Glocke und dem Teller zu verhüten, dient ein naßgemachtes Leder, in dessen Mitte ein Loch für die Oeffnung im Teller ist. Der Rand der Glocke muß recht eben und glatt geschliffen seyn; man drückt sie anfangs etwas auf den Teller auf, bis sie hernach bey weiterm Fortpumpen durch den Druck der Atmosphäre fest genug anschließt. Wo aber die Feuchtigkeit des Leders schädlich seyn könnte, bedient man sich eines guten Rüttes. Sonst verbindet man auch andere Gefäße, aus denen man die Luft auspumpen will, durch Zapfen mit Schraubenmuttern, die in den Schraubengang der Verbindungsrohre des Tellers genau passen, und bringt auch noch mit Oehl getränktes Leder dazwischen. Um diese Gefäße mit der verdünnten Luft

von der Luftpumpe abzunehmen, dient ein genau schließender Hahn in dem Zapfen.

Von der nöthigen Einrichtung des Recipienten, um verschiedene Bewegungen darunter vornehmen zu können, s. *S^r Gravesande elem. phys. §. 2476 — 2484.*

§. 805. Durch die Luftpumpe kann man keinen vollkommen luftleeren oder torricellischen Raum (§. 769.) hervorbringen, sondern eigentlich nur eine starke Verdünnung der Luft. Die Dichtigkeit der Luft unter dem Recipienten nimmt in geometrischer Progression beim gleichförmigen Auspumpen ab. Bei gleich großen Zügen verhält sich ihre Dichtigkeit vor jedem Zuge zur Dichtigkeit nach jedem Zuge wie der Raum, in den sie sich nach dem Zuge ausbreitet, zu dem Raum, in dem sie vor dem Zuge eingeschlossen war. Sonst beurtheilt man auch die Verdünnung der Luft unter dem Recipienten, oder eigentlich die Elasticität des unter dem Recipienten befindlichen expansiblen Stoffes, (was oft Wasserdunst ist) aus dem Fallen des Quecksilbers in einem Barometer, das unter dem Recipienten sich befindet, und das nur kurz zu seyn braucht; oder aus der Höhe, zu welcher die äußere Luft das Quecksilber in einer Röhre, deren oberes offenes Ende mit dem Raum des Recipienten in Verbindung, und deren unteres Ende im Quecksilber steht, hinaufdrückt. Smeatons Birnprobe zeigte eigentlich die Verdünnung der Luft unter dem Recipienten an. Der Raum unter dem Recipienten, der die so stark als möglich verdünnte Luft enthält, heißt gewöhnlich die Boyle'sche Leere (*vacuum boyleanum*), sollte aber billig die Guericke'sche heißen.

Smeaton, in den philos. Trans. Vol. XLVII, S. 420.

§. 806. Mit den wohl eingerichteten Luftpumpen lassen sich nun durch Versuche die vorher angeführten Sätze von der Elasticität und dem Drucke der Atmosphäre leicht beweisen und anschaulich machen, und andere Versuche anstellen, die zum Beweise verschiedener noch vorzutragender Sätze dienen.

Versuche hierzu:

Das Quecksilber sinkt im Barometer bey der Verdünnung der Luft, die auf das Quecksilber drückt, und steigt wieder durch Hinzulassung der atmosphärischen Luft.

Das Quecksilber steigt in einer Röhre, die oben offen, und mit dem Raum des Recipienten in Verbindung ist; und fällt wieder bey Hinzulassung der atmosphärischen Luft.

Eine Glasplatte wird sogleich vom Druck der Luft zersprengt.

Eine Blase, die über einen metallenen Cylinder gespannt ist, wird durch den Druck der äußern Luft mit einem starken Knall zersprengt, und auch Wasser durch dieselbe getrieben.

Zwey Magdeburgische Halbkugeln von 4 Zoll Durchmesser, hängen durch einen Druck der Atmosphäre von nahe 180 Pfund zusammen.

Eine schlaffe, fest gebundene Blase mit atmosphärischer Luft, schwellt im Guerich'schen Raum stark auf, und fällt wieder durchs Hinzulassen der äußern Luft zusammen.

Der Heronsball springt durch die Elasticität der eingeschlossenen atmosphärischen Luft.

Aus einem Gefäße mit enger Mündung, die im Wasser steht, tritt die Luft beim Auspumpen hervor; und die äußere hinzugelassene Luft treibt nachher das Wasser in das Gefäß hinein.

Ein Heber hört in der verdünnten Luft zu laufen auf.

Lächerlein, die im Wasser an offener Luft sinken, schwimmen bey verdünnter Luft.

Unter dem Recipienten siedet bey starker Verdünnung der Luft nur mäßig erwärmtes Wasser.

Kaltes Wasser wird im Guerich'schen Raume zum elastischen, vollkommen durchsichtigen Dampf, der sich bey Hinzulassung der atmosphärischen Luft niederschlägt. Bey der Bildung dieses Dampfes erzeugt sich Kälte, bey

ben dem Niederschlagen Wärme, wie ein empfindliches Luftthermometer beweist.

* * *

Bier, Milch, Seifenwasser, Sauerteig, geben unter der Luftpumpe eine große Menge von Luftblasen von sich.

Holz, das durch etwas angehängtes Blei im Wasser zum Sinken gebracht ist, giebt beim Verdünnen der Luft eine große Menge Luftblasen von sich, und kommt im Wasser zum Schwimmen.

Holz, das von Luft leer gemacht ist, sinkt im Wasser unter.

Warmblütige Thiere sterben schnell in der verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe.

Eine brennende Kerze verlöscht in der verdünnten Luft.

Schießpulver wird im Guericke'schen Raume nicht entzündet, und ein Feuerzeug giebt darin keine Funken.

Bei der Verdünnung der Luft vermindert sich der Schall, und verschwindet beynahe ganz.

§. 807. Man pumpe aus einem schließlichen Gefäße die darin enthaltene Luft so rein als möglich aus, und hänge dasselbe, nachdem es vor dem Abnehmen von der Luftpumpe durch einen Hahn genau verschlossen worden ist, an eine empfindliche Waage. Man bringe es ins genaue Gleichgewicht, öffne den Hahn, und lasse die äußere Luft hineintreten, so wird es nun einen Ausschlag geben, und die zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthigen Gegengewichte werden ohngefähr angeben, wie viel die Luft wiegt, die in den Raum der Kugel geht. Da aber die Dichtigkeit der Luft durch die Wärme vermindert, und durch Kälte vermehrt wird; da sie ferner nicht stets in einerley zusammengepresstem Zustande in der Atmosphäre ist, wie das Barometer lehrt; und der in der Luft befindliche Wasserdunst nicht immer sich gleich bleibt, so sieht man leicht, daß man bei Bestimmung des Gewichts von einem bestimmten Raume von Luft hierauf Rücksicht nehmen muß. Die

Uns

Angaben über das specifische Gewicht der Luft gegen das Wasser, sind aus eben diesem Grunde auch sehr verschieden.

Die Kugel, deren ich mich zu meinen Versuchen bediene, ist aus der Verlassenschaft des sel. Hrn. H.R. Karsten, sie faßt nahe 119½ rheinl. Decimalcubitzoll; und die Luft, welche diesen Raum erfüllt, wiegt, wenn sie nicht sehr feucht ist, und die Temperatur von 65° Fahr. hat, bey der Barometerhöhe von 27 Zoll 8 Linien, 73½ Gran Medicinalgewicht; folglich wiegt ein rheinl. Decimalcubitzoll Luft $\frac{1}{17}$ oder 0,615 Gran. Da nun ein Decimalcubitzoll Wasser bey dieser Temperatur 492,229 Gran wiegt (§. 322.), so verhält sich das eigenthümliche Gewicht des Wassers zu dem der Luft, wie 492,229 : 615 oder nahe 800 : 1. Wenn man das eigenthümliche Gewicht des Wassers zur Einheit annimmt, so ist das der Luft 0,0012. — Ein rheinl. Cubikfuß Luft wiegt folchergestalt 615,062 Gran in Medicinalgewicht,

§. 808. Da die Luft, wie jeder flüssige Körper, nach allen Seiten zu drückt, so muß jeder darin gesunkene Körper, wie bey dem Abwägen im Wasser, nicht mit seinem absoluten Gewicht sinken, sondern so viel davon verlieren, als die Luft wiegt, die mit ihm einerley Raum erfüllt, und ein und ebenderfelbe Körper muß aus eben diesem Grunde in der Luft schwerer werden, oder eigentlich, sein respectives Gewicht (§. 307.) muß zunehmen, wenn er in einen engeren Raum zusammengedrängt wird, wie auch die Erfahrung lehrt. Eben so muß auch der Fall der schweren Körper in der Luft anders seyn, als im leeren Mittel (§. 199.).

Ein ausgebehnter und aufgelockerter Fieberfack ist leichter, als wenn er enge zusammengeschnürt ist.

§. 809. Da ferner ein und eben derselbige feste Körper in einer Flüssigkeit abgewogen um desto weniger von seinem absoluten Gewichte verliert, oder ein desto

größ

größeres respectives Gewicht behält, je geringer das specifische Gewicht der Flüssigkeit, oder je lockerer sie wird (§. 311.), so müssen einerley Körper, in Luft von verschiedener Dichtigkeit gewogen, ungleich viel wiegen. Beym Abwägen der Körper auf Waagschalen nach gewöhnlicher Art kann man diese Veränderungen der atmosphärischen Luft in ihrer Dichtigkeit freylich nicht gewahr werden, allein schon ziemlich merklich, wenn man Körper, die sehr ungleich groß sind, gegen einander abwägt.

§. 810. Hierauf gründet sich das **Guericke'sche Manometer**. Es wird nemlich an einem empfindlichen Waagebalken eine hinlänglich große hohle, aber luftdicht verschlossene, metallene, oder besser, gläserne Kugel aufgehängt, und durch ein massives Gewicht von Blei, das gegen die Kugel einen viel kleineren Raum einnimmt, ins Gleichgewicht gebracht. Wenn sich nun die Dichtigkeit der Luft ändert, so müssen beyde ungleich viel von ihrem absoluten Gewicht verlieren; und zwar, wenn die Luft dichter wird, so gleicht das Gegengewicht den Ausschlag; wird sie aber dünner, so sinkt die Kugel. Hr. Gerstner hat eine Verbesserung dieses sehr brauchbaren Werkzeugs angegeben, und zugleich die Anwendung desselben bey Höhenmessungen mit dem Barometer gezeigt.

Ottom. de Guericke exper. nov. S. 114. Gerstners Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bey Höhenmessungen; in den Beob. auf einer Reise nach dem Riesengebürge, Dresd. 1791. 8. S. 271, und in Grens Journ. der Phys. B. IV. 172.

G a s a r t e n .

§. 811. Wenn man ein warmblütiges Thier in einen eingeschlossenen Raum von Luft genau verschließt,

schließt, so kühlt es sehr bald darin, wenn man nicht frische Luft hinzuläßt. — Wenn man ferner in einem eingeschlossenen Raum von Luft, z. B. in einen Cylinder, den man mit Quecksilber, oder mit Wasser sperrt, eine brennende Kerze bringt, so verlißt diese ebenfalls sehr bald, wenn der Raum der Luft nicht sehr groß ist, und zugleich wird die Luft dabei vermindert, und geht in einen engeren Raum zusammen. Eben dies geschieht durch brennende Kohlen, brennenden Phosphorus, und überhaupt durch jedes Verbrennen.

§. 812. Die bisher abgehandelten physischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft, auf welche man sonst bloß Rücksicht nahm, um sich das Athemholen der Thiere, und das Verbrennen der Körper zu erklären, reichen ganz und gar nicht hin, um uns von der erwähnten Wirkung eine befriedigende Erklärung zu geben. Alle dabei vorkommende Erscheinungen zeigen vielmehr auf das deutlichste, daß in der Mischung der atmosphärischen Luft etwas seyn muß, welches sie zum Athemholen für Thiere, und zum Verbrennen der Körper darin fähig macht.

§. 813. Wir werden von dieser Mischung und von den angeführten (§. 811.) Erscheinungen Rechenschaft geben, wenn wir erst die verschiedenen Gasarten kennen gelernt haben, die eine Entdeckung neuerer Zeiten sind, und durch welche das Gebiet der Naturlehre selbst ansehnlich erweitert worden ist. Man versteht unter diesen Gasarten jedes permanent elastische flüssige Wesen, das in den (§. 766.) angeführten generischen Kennzeichen mit der atmosphärischen Luft übereinkommt, allein sich durch die

Mischung und die davon abhängenden chemischen Eigenschaften satzfam unterscheidet. Sie unterscheiden sich vom Dampf durch ihre permanente Elasticität.

§. 814. Man erhält diese luftförmigen Stoffe auf eine mannigfaltige Weise aus sehr verschiedenen Substanzen, theils bey Auflösung derselben, — und das Aufbrausen (Effervolcentia), das man bey den mehresten Auflösungen gewahr wird, röhret eben von der schnellen Entwicklung luftförmiger Stoffe her; — theils bey der Zerstörung derselben durchs Feuer, Gährung oder Fäulniß, theils durch andere anzuführende Operationen.

§. 815. Alle diese Gasarten sind in den festen oder liquiden Körpern, aus denen man sie erhält, vorher nicht als elastische, aber comprimirte, Flüssigkeit zugegen gewesen; sondern werden erst in und während der Operation ihrer Entbindung gebildet. Sie bestehen alle aus einer Basis, die an sich nicht expansibel ist, und dem expansiven Wärmestoff, durch den jene Basis expansibel und gasförmig wird. Die Verbindung beider ist chemisch, und die niedere Temperatur trennt die Basis nicht vom Wärmestoff, wie im Dampfe. Sehr wahrscheinlich ist in allen Luftarten Lichtmaterie das Verbindungsmittel zwischen der Basis und dem Wärmestoff.

§. 816. Die so wichtigen und interessanten Entdeckungen dieser Luftarten haben eigene Werkzeuge nöthig gemacht, um sie bey der Zerlegung der Körper durch Auflösung oder Feuer, wobey sie zum Vorschein kommen, bequem aufzufangen, und ohne Vermischung mit atmosphärischer Luft zu erhalten.

Man

Man begreift diese Werkzeuge unter dem Namen des pneumatisch - chemischen Apparats. (apparatus pneumato - chemicus).

§. 817. Jede luftförmige Flüssigkeit ist stets specifisch leichter, als irgend eine tropfbare Flüssigkeit, und steigt in dieser aufwärts. Hierauf gründet sich das Wesentlichste beim pneumatisch - chemischen Apparat. Das erste Stück ist eine ovale Wanne von Holz oder verzinnem Kupfer, worin einige Zoll unter dem Rande ein Gefimse waagerecht angebracht ist. In diesem Gefimse befinden sich einige kurzhälsigte Trichter neben einander, so daß ihre weitere Mündung dem Boden der Wanne zugekehrt ist. Die Wanne wird so weit mit Wasser angefüllt, daß dasselbe das Gefimse ohngefähr einige Zoll hoch bedeckt. Das Gefimse selbst dient nun dazu, daß die mit Wasser gefüllten umgekehrten Gläser und Vorlagen mit ihren Mündungen auf die Böcher gestellt werden können; durch welche vermittelt der Trichter die Luftblasen in diese Vorlagen geleitet werden sollen.

§. 818. Da aber einige Luftarten bey der Berührung des Wassers entweder sogleich oder nach einiger Zeit ihren luftförmigen Zustand verlieren, und damit zur tropfbaren Flüssigkeit werden, so ist diese Vorrichtung (§. 817.) nicht anwendbar; und man muß alsdann das Quecksilber zum Sperren anwenden. Der Preis und die Schwere des Quecksilbers macht freylich, daß man diesen Quecksilberapparat kleiner machen muß, dessen Einrichtung aber im Grunde dem vorigen ähnlich ist. Zur Wanne dient entweder recht dicht zusammengefügt Holz oder Eisenblech.

Gren Beschreibung eines Quecksilberapparats, im Journ. der Phys. B. I. S. 201.

§. 819.

§. 819. Zur Entbindung der Lustarten selbst, die man durch Destillationen oder Auflösung gewisser Stoffe erhält, dienen allerley Retorten, gläserne oder irdene, die man mit den zu zerlegenden Stoffen ins Sandbad, oder beschlagen in freyes Feuer legt. An die Mündung der Retorte kettet man nach Beschaffenheit der Umstände eine blecherne oder gläserne Röhre, deren untere Oeffnung unter den Trichter der mit Wasser oder Quecksilber gefüllten Wanne gesteckt wird. Wenn sich dabei zugleich solche Dämpfe erheben, die das Metall angreifen würden, so dienen gläserne Tubulaturretorten mit einem am untern Ende nach oben gekrümmten langen Halse, um die dabei zu gleicher Zeit in Dampfgestalt übergehenden Substanzen als tropfbare Flüssigkeit durch Abkühlung besonders aufzufangen, dient eine sogenannte Mittelflasche. Zur Entwicklung luftförmiger Stoffe bey den Auflösungen, die keine äußere Hitze erfordern, wird besonders die Entbindungsflasche gebraucht. Zu Vorlagen, in welche die durch das Wasser oder Quecksilber gehende Lustarten treten, dienen gläserne Cylinder, mit oder ohne eingeriebene Stöpsel, oder Glasflaschen. Um einige Lustarten, die sich nur langsam in dem Wasser auflösen lassen, bequem damit in Verbindung zu bringen, ist vorzüglich die Parkersche Glasgeräthschaft anwendbar.

Die bey der Entbindung und Auffammlung dieser Lustarten nothwendigen Handgriffe werden in den Vorlesungen selbst gezeigt.

Grens system. Handb. der Chemie Th. I. §. 163. ff. §. 242. f. Beschreibung eines Glasgeräthes von J. L. Magellan, a. d. Engl. von G. T. Wenzel. Dresden 1780. 8.

§. 820. Man kann alle die hier abzuhandelnden verschiedenen Luftarten füglich unter zwey Classen bringen: 1) solche, die zum Einathmen für Thiere, und zur Erhaltung des Feuers dienen, (einaathembare, respirable Luftarten,) die man auch wol wahre Luft nennt; und 2) solche, welche weder zum Athemholen für Thiere tauglich sind, noch zur Unterhaltung des Feuers dienen können (mephistische Luftarten, Gasarten, Schwadenarten, irrespirabele Luftarten). Sie sind ferner entweder mit dem Wasser mischbar, und lassen sich darin auflösen; oder das Wasser verbindet sich nicht damit. Einige sind endlich bey Berührung der atmosphärischen Luft entzündlich; andere nicht. Wir betrachten sie hier ohne systematische Ordnung.

J. B. Trommsdorff Tabelle über die Luftarten. Weimar 1790.

§. 821. 1) Luftsaures Gas, fixe Luft (Gas acide carbonique L.). Man gieße in einer Entbindungsflasche auf gepulverte Kreide verdünnte Vitriolsäure, so entsteht ein starkes Aufbrausen, das von der entwickelten Luftsäure herrührt. Man bringe die Mündung der Seitensröhre der Flasche unter den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne, und lasse die aufsteigenden Luftblasen in die Vorlage treten. Oder man fülle eine kleine irdene beschlagene Retorte mit rohem Kalkstein, Kreide, Marmor, u. d. gl. Kalkarten an, kütte eine Röhre an die Mündung der Retorte, lege das untere Ende der Röhre unter den Trichter der Wanne des pneumatischen Apparats, und erhize dann die Retorte bis zum Glähen, . geht wäh-
rend

rend dem Glühen das luftsaure Gas in die Vorlage über.

§. 822. Dieses luftsaure Gas unterscheidet sich von der atmosphärischen Luft durch sehr auffallende Eigenschaften. Es ist unfähig beim Einathmen von Thieren, das Leben derselben zu erhalten, und tödtet sie. Es ist unfähig das Verbrennen der Körper zu unterhalten, und löscht eine hineingebrachte brennende Kerze aus. Das kalte Wasser verschluckt dieses Gas nach und nach beim Ruhigstehen, schneller beim Schütteln damit; und Wasser von der mittleren Temperatur kann sehr nahe ein gleiches Volumen des Gas in sich saugen. Das Gas ist sauer und stehend vom Geschmack und Geruch, und das damit angeschwängerte Wasser hat einen säuerlichen Geschmack, färbt die Lackmustinctur roth, und wirft Blasen, wenn man es schüttelt. Es kommt dieses Wasser hierin mit den natürlichen Sauerbrunnen, dergleichen das Pyrmonter-, Selter-, Eger-Wasser u. a. m. sind, überein, die sich freylich sowohl von einander selbst, als von reinem luftsauren Wasser durch andere aufgelöste Bestandtheile unterscheiden. Durch Erhitzung und Kochen wird alles luftsaure Gas aus dem Wasser wieder als elastische Luft ausgetrieben, eben so auch durch die Luftpumpe. Vermöge dieses Gas ist das Wasser fähig, auch andere Substanzen, z. B. Erden und Eisen, aufzulösen, die es für sich nicht auflösen kann. Beispiele geben die luftsauren Stahlbrunnen, wie das Pyrmonter und Egerwasser. Um die Anschwängerung des Wassers mit der Luftsäure bequem zu verrichten, dient entweder die Parkersche Glasgeräthschaft *), oder der Apparat des Hrn. Baader **).

Torbern Bergmann de acido aëreo; in seinen opus. phys. chem. Vol. I. S. 1.

*) J. A. von Magellan Beschreibung eines Glasgeräthes, vermittelt dessen man mineralische Wasser in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann. a. d. Engl. von Wenzel. Dresd. 1780. 8.

**) Baaders Beschreib. von Maschinen zur Anschwängung des Wassers mit Luftsäure; in Grews Journ. d. Phys. B. III. S. 4.

§. 823. Mit den reinen Alkalien und der reinen Kalkerde verbindet sich die Basis des luftsauren Gas oder die Luftsäure (§. 365.) sehr leicht und gern, und beide verlieren dadurch ihre Negbarkeit (§. 381.) und kommen in einen neutral- und mittelsalzigen Zustand. Mischt man luftsaures Gas zum Kalkwasser (§. 381.), so wird dies sogleich getrübt, weil der darin aufgelöste reine Kalk die Luftsäure in sich nimmt, sich dadurch in luftsauren Kalk verwandelt, der als solcher im Wasser nicht auflöslich ist; ein Ueberschuß von Luftsäure macht indessen den luftsauren Kalk wieder im Wasser auflöslich, oder, welches einerley ist, luftsaures Wasser löst den luftsauren Kalk auf. Diese Auflösung wird durch Kochen gesetzt. Die Kalkerde hat gegen die Luftsäure nähere Verwandtschaft, als die Alkalien dagegen haben; und jene entzieht daher dieselbe den luftsauren Lausgensalzen und macht sie ägend (§. 381.). Kalkwasser wird eben deswegen vom luftsauren Alkali sogleich getrübt.

§. 824. Das luftsaure Gas ist schwerer, als die gemeine Luft, bey gleichem Druck und gleicher Wärme. Das Verhältniß des eigenthüml. Gewichts desselben zu dem anderer Gasarten ist oben (S. 240.) angegeben worden. Es vermischt sich nicht sogleich mit

der atmosphärischen Luft, sondern sinkt darin zu Boden.

§. 825. Die Basis des luftsauren Gas macht in gar vielen Körpern einen Bestandtheil aus, und man kann deswegen dasselbe auf gar mancherley Weise gewinnen. Sie ist ein Bestandtheil aller organischen Körper und aller ihrer Theile, imgleichen der Erdharze, der Kohle und der Pflanzensäuren. Es kommt daher luftsaures Gas zum Vorschein: bey der trocknen Destillation der Gewächse und ihrer Producte (§. 469. 470.), bey dem Verbrennen derselben und ihrer Kohle (§. 473.), bey der Weingährung (§. 490.), bey der trocknen Destillation thierischer Substanzen (§. 484.), bey dem Durchgang glühender Wasserdämpfe durch thierische und vegetabilische Kohle (§. 473. 487. Anm.), bey Zersetzung aller organischen Stoffe durch Salpetersäure, und durch Gähniß (§. 507.), bey dem Verbrennen der Erdharze, und des Reißbleyes (§. 443.), und der schweren brennbaren Luft. Den moussirenden Weinen (§. 490.) ertheilt es das Sprudelnde und das Stechende im Geschmack. Seine Basis ist ferner ein Bestandtheil der rohen Salzerden, und kann durch Brennen und durch Auflösung in Säuren, als luftsaures Gas geschieden werden. Bey dem Athemholen warmblütiger Thiere entwickelt sich dasselbe, und ist in der ausgehauchten Luft allemal anzutreffen. In unserer Atmosphäre ist immer luftsaures Gas zugegen.

§. 826. Das luftsaure Gas hat zur Basis (§. 337.) die Luftsäure, die ich oben (§. 365.) als eine eigene Säure mit aufgeführt habe, und dann das Wasser. Beide sind durch den damit vereinigten Wä-
 300

stoff in den Zustand der erponfibeln Flüssigkeit gebracht. Daß aber auch das Wasser einen wesentlichen Bestandtheil des trocknen luftsauren Gas ausmache, wird theils dadurch, daß in allen Operationen, durch welche dieses Gas erhalten wird, Wasser zugegen seyn muß, theils durch directe Erfahrungen von Priestley, erwiesen.

F. A. C. Gren diss. de genesi aëris fixi et phlogisticati. Hal. 1786. 8. Priestley in Grens Journal der Phys. B. I. S. 104. ff.

Nach Hrn. Lavoisier sind der reine Kohlenstoff (carbone) und das Oxygen die Basis des luftsauren Gas (Gaz acide carbonique).

§. 827. 2) Stickgas, phlogistisirte Luft (gas mephiticum, aër phlogisticatus). Man nehme frisch bereitete und gepulverte Schwefelleber, schütte sie in ein flaches irdenes Geschirr, stelle dies auf einem Fußgestelle in eine Schüssel mit Wasser, bedecke den Apparat mit einer gläsernen Glocke, und lasse alles so zusammen an einem temperirten Orte stehen. Die Luft unter der Glocke vermindert sich nach und nach, und das Wasser steigt darin empor. Wenn die Verminderung der Luft endlich nicht mehr zunimmt, und wenn anders Schwefelleber genug angewendet worden war, so ist der Rückstand der Luft in der Glocke das Stickgas. — Oder man nehme zu jeden 20 E. Z. atmosphärischer Luft, die das Gefäß enthält, 2 Gran Phosphorus; lege ihn in eine dünne metallene Schale, die auf dem Wasser des Beckens schwimmt, stelle einen gläsernen, oben und unten offenen, Cylinder darüber, der oben mit einem eingeriebenen Stöpsel verschlossen werden kann; man trage Sorge, daß das Wasser innerhalb und außerhalb dem Cylinder hoch genug stehe; man

verschließe ihn luftdicht, merke die Höhe des Wassers darin, und zünde dann mit einem Brennglase durch Hülfe der Sonnenstrahlen den Phosphorus an. Durch die Expansion, welche die Luft durch die Hitze des Brennens erleidet, drückt sie das Wasser anfänglich hinab, und könnte so zum Theil entweichen, wenn der Cylinder nicht tief genug im Wasser steht. Bald aber vermindert sich das anfängliche Volumen der Luft; das Wasser steigt über das gemachte Zeichen empor; und der Rückstand der Luft wird, wenn die Phosphorsäure sich daraus niedergeschlagen, völlig klar und helle. Dieser Rückstand ist das Stickgas. — So wird dies Gas durch jedes Verbrennen der Körper in respirabler Luft erhalten; nur daß es, wenn die verbrennlichen Körper, wie z. B. Kohle, Kerzen, und alle organische Körper, zugleich auch Luftsäure enthalten, mit dieser vermischt ist. Die sich aber davon durch Kalkwasser leicht scheiden läßt. So erhält man dies Stickgas ferner beim Verkalken der Metalle in respirabler Luft, bey der Zersetzung der Salpeterluft durch letztere, beim Verwittern der Kiese in der respirablen Luft. Endlich ist es auch in der von warmblütigen Thieren ausgeathmeten Luft anzutreffen, und bleibt nach der Scheidung des luftsauren Gas davon zurück.

§. 828. Diese phlogistisirte Luft ist etwas weniger specifisch leichter als die atmosphärische Luft (S. 240.); sie wird vom Wasser nicht verschluckt; hat keinen Geruch und Geschmack; wirkt nicht auf die blaue Lackmustinctur und aufs Kalkwasser; ist irrespirabel, tödtet Thiere, die darin eingeschlossen werden, dient nicht zur Unterhaltung des Feuers, und verlöscht eine hineingebrachte brennende Kerze sogleich.

Wor

Von der Schädlichkeit des sogenannten Kohlendampfes.

§. 829. Diese Luftart wird nie ohne Beihülfe der respirablen, d. i., der atmosphärischen oder der des phlogistisirten Luft, und nie ohne phlogistische Körper erhalten. Ich sehe sie daher für nichts anders an, als für respirable Luft, die mit dem Brennstoff ganz gesättigt ist; und daraus lassen sich denn auch die Erscheinungen, die sie zeigt, genugthuend erklären. Die Bestandtheile dieser Gasart sind demnach: Wasser, Lichtmaterie und Wärmestoff; wie es auch der oben (§. 761.) angeführte Versuch außer allen Zweifel setzt.

Nach Hr. Lavoisier ist die Basis dieses Gas ein eigenes unbekanntes Wesen, das er Azote nennt, und das darin durch den Wärmestoff luftförmig ist. Nach ihm macht das Gas azote einen abgesonderten Antheil unserer atmosphärischen Luft aus; und bleibt so in den (§. 827.) angeführten Processen bei Zersetzung des Gas oxygene der respirablen Luft zurück.

§. 830. 3) Salpetergas (gas nitrosum). Man erhält es aus allen leicht entzündlichen und brennstoffreichen Körpern mittelst der Salpetersäure. Da aber durch die Einwirkung desselben auf die Körper zugleich auch die Luftsäure (§. 825.) mit freigesetzt wird, die darin enthalten ist, so ist es nicht rathsam, sich organischer Stoffe, oder ihrer Producte, und auch nicht einmal des Eisens zu bedienen, um reines Salpetergas zu erhalten. Am besten bereitet man dasselbe aus Kupfer, Quecksilber, Silber oder Zinn, bei ihrer Auflösung in Salpetersäure. Man schüttet zu dem Ende Kupferdrath in eine kleine Entzündungsflasche, gießt darauf ein Gemisch aus zwei Theilen Wasser und einem Theil concentrirter Salpetersäure, so daß die Flasche ganz damit

angefüllt wird, und keine respirable Luft darin zurückbleibt. Bey der Auflösung des Kupfers in der Salpetersäure entwickelt sich nun das Salpetergas, und bewirkt das Aufbrausen; man bringt dann die Mündung der Seitenröhre der Entbindungsfasche unter den Trichter der Wanne des pneumatischen Apparats, und fängt die sich entwickelnde Luft auf.

§. 831. Das Salpetergas ist irrespirabel und tödtet hineingebrachte Thiere sogleich. Es dient nicht zum Verbrennen verbrennlicher Substanzen oder zur Unterhaltung des Feuers und verlöscht eine hineingetauchte brennende Kerze. Es ist schwerer, als atmosphärische Luft (S. 240.). Es verbindet sich mit dem Wasser nur langsam und schwach, und dies kann nur $\frac{1}{10}$ davon in sich nehmen. Es trübt das Kalkwasser nicht, und macht die ägenden Augensalze nicht milder. Es dient nicht zum Wachsthum der Pflanzen; widersteht aber der Fäulniß organischer Körper.

§. 832. Das Salpetergas verliert seinen luftförmigen Zustand sogleich, sobald es die atmosphärische Luft berührt, verwandelt sich unter Erwärmung in einen röthlichen Rauch, der wie Scheidewasser riecht, von dem Wasser sogleich verschluckt wird, und damit wieder eine verdünnte Salpetersäure liefert. Die atmosphärische Luft wird dadurch in phlogistisirte Luft verwandelt (§. 827.) und zugleich dadurch vermindert. Durch ohngefähr 16 Theile atmosphärische Luft werden 7 Theile Salpeterluft zerlegt, und es bleiben nur ohngefähr noch 12 Theile von der atmosphärischen Luft übrig, die ganz phlogistisirt sind.

§. 833. Die Salpeterluft wird aber nicht zerlegt durch luftsaures Gas, Stickgas, und alle übrige

ge nicht zum Verbrennen dienende Luftarten, und sie läßt sich mit ihnen in allen Verhältnissen vermischen, ohne zu Dampf zu werden.

§. 834. Die Basis dieser Gasart ist Salpetersäure, Wasser und Brennstoff, wie ich auch schon oben (§. 407.) angezeigt habe. Der letztere, welcher von der Salpetersäure wegen ihrer nahen Verwandtschaft dazu, den brennlichen Körpern und regulinischen Metallen entzogen wird, ändert die Natur dieser Säure dergestalt um, daß sie, wie die Bitriolsäure im Schwefel dadurch alle ihre Acidität verliert. Kommt aber das Salpetergas mit respirabler Luft in Berührung; so entzieht ihr diese wieder einen Theil des Brennstoffs; das Gas wird unter Entlassung des gebundenen Wärmestoffs zerlegt, und es schlagen sich das Wasser und die phlogistisirte Salpetersäure zusammen in Gestalt des röthlichen Rauchs nieder (§. 832.), der sich nach und nach zur tropfbar flüssigen Salpetersäure verdichtet. Die respirable Luft wird durch den vom Salpetergas aufgenommenen Brennstoff phlogistisirt, und dadurch vermindert. So sind aus den angeführten Bestandtheilen dieses Gas alle Phänomene desselben leicht und genugsam zu erklären.

Nach Hrn. Lavoisier hat das Salpetergas (*gas nitreux*) Azote und Oxygene zur Basis. Das erstere hat das Bestreben, sich mit noch mehrerm Oxygene zu verbinden, und es so dem Gas oxygene zu entziehen, das dadurch zerlegt wird. Durch dieses mehrere Oxygene wird das Azote zum Acide nitreux.

§. 835. 4) Leichtes brennbares Gas (*gas inflammabile*). Man erhält es durch Auflösung regulinischer Metalle in Salzsäure, oder verdünnter

Wi-

Bitriolssäure (§. 407.). Man schütte zu dem Ende gekörnten oder in Stücke gebrochenen Zink in die Entbindungsflasche, und gieße darauf ein Gemisch aus 1 Theil Bitriolöhl und 6 Theilen Wasser. Die Auflösung geschieht mit mäßiger Lebhaftigkeit und Aufbrausen. Die sich entwickelnde Luft fange man, vermittelst des übrigen pneumatischen Apparats durch Wasser hindurch auf.

§. 836. Dieses brennbare Gas ist das leichteste von allen Gasarten (§. 240.), doch wechselt sein specifisches Gewicht nach der Art seiner Verfertigung: ab. Es hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, ist irrespirabel, und löscht ein hineingetauchtes Licht aus. Sonst aber brennt es selbst, da wo es die atmosphärische Luft berührt, mit einer bläulichen Flamme, die desto schneller in das Gefäß steigt, je weiter die Mündung desselben ist. Vermischt man das Gas mit etwa dreyn Theilen atmosphärischer Luft, so brennt es bey der Entzündung mit einem starken Knalle ab; das Gemisch heißt auch Knallluft. Während dem Abbrennen dieser Luft mit respirabler setzt sich ein feuchter Beschlag an die Wand des Gefäßes ab. Auch der electriche Funke entzündet die Knallluft. Das brennbare Gas löst sich nicht im Wasser auf; zersetzt die Salpeterluft nicht; trübt das Kalowasser nicht; färbt die Lackmustrinctur nicht roth.

§. 837. Man erhält dies leichte brennbare Gas ebenfalls, wenn man glühende Wasserdämpfe mit Eisen in Berührung bringt. Man kann zu dem Ende in eine kleine gläserne Retorte, die in einem Sandbade liegt, reines Wasser schütten; den Hals der Retorte in einen eisernen Flintenlauf fütten, den mittelst

lern

lern Theil des letztern glühend erhalten, und die untere Mündung unter den Trichter der Wanne des pneumatischen Apparats bringen. So wie das Wasser in der Retorte zum Kochen gebracht wird, und die Dämpfe desselben durch die glühende Stelle des Rohrs streichen, werden sie in brennbares Gas verwandelt, und gehen als solches in die Vorlage über. Das Eisen wird an der glühend gemachten Stelle unvollkommen verkalft, und es ist zu merken, daß, wenn der Versuch gehörig gelingen soll, das Eisen an der glühenden Stelle regulinisch seyn muß. Bey der Wiederholung des Versuchs mit einem und demselbigen Rohre muß man daher erst den entstandenen Sinter gehörig abstoßen.

§. 838. Aus diesem Versuch so wohl, als aus dem Wasser, welches sich beim Abbrennen des brennbaren Gas mit respirabler Luft niederschlägt, nehmen die Antiphlogistiker hauptsächlich den Beweis her, daß das Wasser zusammengesetzt sey aus der Basis des leichten brennbaren Gas, oder dem Hydrogene, und der Basis der dephlogistisirten Luft, oder dem Orygene, wie ich schon oben (§. 765.) angegeben habe. Sie haben, theils um das Abbrennen beider Gasarten bequem zu veranstalten, theils um die respectiven Quantitäten der dazu angewandten Gasarten genau zu messen, und das erhaltene Wasser gehörig zu sammeln und zu wägen, eigene Vorrichtungen eingeführt, denen sie den Namen der Gazometer gegeben haben. Hr. van Marum hat diesen Apparat ziemlich vereinfacht.

Lavoisier traité elementaire de chimie, T. II. S. 342. ff.
Beschreibung eines sehr einfachen Gazometers, von
Hr. van Marum; im Journ. der Phys. B. V. S.
154. B. VI. S. 3.

§. 839.

§. 839. Die Erklärung der Antiphlogistiker von der Zersetzung des brennbaren Gas bey der Entzündung mit Lebensluft ist folgende. Das brennbare Gas besteht aus Hydrogene und Wärmestoff. In der Glühheize verläßt das Hydrogene den Wärmestoff, wenn es Gelegenheit hat, sich mit dem Oxygene zu vereinigen, das die Basis der Lebensluft ausmacht. Beide treten also zum Wasser zusammen, und ihr respectiver Wärmestoff wird frey, bewirkt die Erhitzung und Flamme bey der Entzündung. Den §. 837. angeführten Versuch nehmen sie als eine Bestätigung dieser Erklärung an. Es entziehe nemlich das glühende Eisen dem Wasser sein Oxygene, und werde dadurch zum Kalk (oxide), das Hydrogene des Wassers werde frey, und bilde mit dem Wärmestoff das brennbare Gas. Die Bildung der brennbaren Luft bey der Auflösung der Metalle in verdünnten Säuren erklären die Vertheidiger des Oxygens ebenfalls aus dieser vermeynten Zerlegung des Wassers.

§. 840. Es bedarf aber nicht nur der angenommenen Zusammensetzung des Wassers nicht, um die angeführten Phänomene zu erklären; sondern es finden sich dabey auch Umstände ein, die sie ganz offenbar widerlegen. Die Basis des brennbaren Gas ist das Wasser, der Brennstoff, und etwas von der zu ihrer Vereitung angewendeten Säure; und diese Basis ist durch den Wärmestoff luftförmig. Wird das brennbare Gas in Verbindung mit der respirabilen oder dephlogistisirten Luft zur Entzündungsbhige gebracht, so zieht die letztere Luft den Brennstoff des brennbaren Gas an; er wird zum Theil zersetzt, seine beiden Bestandtheile, Licht- und Wärmematerie, treten als Feuer hervor, zum Theil wird er von der

dephlogistisirten Luft von neuem gebunden, die damit zur phlogistisirten Luft wird. Immer bleibt daher auch im Rückstande phlogistisirte Luft oder Sticksaß übrig, auf das die Antiphlogistiker aber nicht Rücksicht nehmen, und es bloß für präexistirend in der angewandten Lebensluft ansehen. So wird nun das brennbare Gas zerseht; sein Wasser schlägt sich nieder; und da dies Wasser vorher in der Luft durch die Vereinigung mit dem Brennstoff eines Theils seines Gewichtes beraubt worden war, so muß es auch jetzt mehr wiegen, als das Gas für sich wog, nach dem der Brennstoff abgeschieden worden ist. Nun ist noch ein Umstand hierbey, den Priestley zuerst ins gehörige Licht gesetzt hat; nemlich, daß bey dem Abbrennen beider Luftarten auch Säure zum Vorschein kommt, und zwar dann, wenn ein Ueberschuß von dephlogistisirter Luft stattfindet; daß hingegen das Resultat der Explosion simples Wasser ist, wenn ein Ueberschuß von entzündbarem Gas da ist. Man hat diese Säure für Salpetersäure gehalten, es verdient aber doch noch nähere Untersuchung. — Die Bildung des brennbaren Gas bey dem Durchgang der Wasserdämpfe durch glühendes Eisen erkläre ich daraus, daß das Wasser bey dem Glühen dem regulischen Eisen den Brennstoff entreißt, es solches kalt verkalft, und in Verbindung mit etwas Säure, des Eisens (vielleicht Phosphorsäure, vielleicht Luftsäure des Reißbleyes), durch Hülfe des Wärmestoffs brennbares Gas liefert.

Ähnliche Versuche und Beobachtungen über die Zersehung der dephlogistisirten und brennbaren Luft, von Jos. Priestley; aus den *philos. Transf.* 1791. übers. im *Journ. der Phys.* B. VI. S. 240.

§. 841. 5) **Schweres brennbares Gas, Sumpflust.** Man erhält es bey der Destillation organischer Stoffe und aller ihrer nähern Bestandtheile (§§. 469. f. 484.), imgleichen der Erdharze. Es entwickelt sich auch aus dem Schlamme stehendes Gewässer, beym Aufrühren desselben, wo es insbesondere den Namen der Sumpflust führt (§. 507.). Es ist in Cloaken und moderigen Brunnen zugegen, und macht in einigen Gruben die so genannten entzündlichen Schwaden aus.

§. 507. v. Doka's angeführte Schrift.

§. 842. Dies Gas unterscheidet sich vom vorigen durch ein größeres eigenthümliches Gewicht, das aber doch auch abwechselt. Sein Geruch ist noch übler und stärker, aber auch nach den Producten verschieden, woraus es erhalten worden ist. Es ist irrespirabel, und unfähig das Verbrennen zu unterhalten; ist aber in Berührung und Vermischung mit respirabler Luft selbst entzündbar, und brennt mit einer stärkern Flamme ab, als das leichter entzündbare Gas. Es braucht weit mehr respirable Luft als dieses, um beym Verbrennen ganz zerlegt zu werden. Es röthet die Lackmuslinctur nicht, wenn es gehörig gewaschen, und von der anklebenden Luftsäure befreuet worden ist; es löst sich nicht im Wasser auf, und zerlegt die Salpeterluft nicht. Wenn man es in verschlossenen Gefäßen mit begemischter respirabler Luft abbrennen läßt, so schlägt sich aus ihm Wasser nieder und luftsaures Gas.

§. 843. Die Basis dieses schweren brennbaren Gas ist Wasser, Brennstoff und Luftsäure. Durch Zerlegung und Entziehung des Brennstoffs bey der
Ent

Entzündung schlägt sich das Wasser nieder, und die Luftsäure kommt als luftsaures Gas zum Vorschein.

2 Nach der Meinung der Antiphlogistiker ist die Basis dieses Gas Hydrogene und Kohlenstoff, und deswegen nennen sie es gas hydrogene-carboné.

§. 844. 6) Hepatisches Gas, Schwefelbergas (gas hepaticum). Man gewinnt es dadurch, daß man zu frisch bereiteter, gepulverter, Schwefelleber (§. 438. 439.) in der Entbindungsflasche eine Säure schüttet. Es besitzt dies Gas einen ausnehmend starken Geruch, ist irrespirabel, und verlöscht das Feuer. Es läßt sich aber selbst entzünden, wenn es mit respirabler Luft in Berührung gebracht worden ist. Es trübt das Kalkwasser nicht, und macht die Lackmustrinctur nicht roth; wenn ihm, anders kein luftsaures Gas anhängt. Vom kalten Wasser wird es verschluckt, und dies wird dann in seinem widerlichen Geruch und Geschmack und übrigen Verhalten den sogenannten Schwefelwässern ähnlich, dergleichen das Racher ist. Die Anschwängerung des Wassers damit geschieht, wie die mit luftsaurem Gas (§. 822.); nur daß die atmosphärische Luft ganz ausgeschlossen seyn muß. Denn durch die respirable Luft wird dies Gas zerlegt, und ein wahres Schwefel daraus niedergeschlagen. Die Salpeterluft wird von dieser Gasart nicht zerlegt.

§. 845. Die Basis dieses Gas ist Vitriolsäure, Brennstoff und Wasser. Die beiden erstern sind so darin enthalten, daß das Verhältniß des Brennstoffs zur Vitriolsäure größer ist, als im Schwefel. Man könnte also auch sagen: ihre Basis ist Schwefel,

fel, Brennstoff, und Wasser. Diese Bestandtheile erklären die Erscheinungen, die sie liefert, und ihre Entstehung.

Nach den Antiphslogistkern ist die Basis dieses Gas das Hydrogene und Schwefel. Sie nennen es daher *Gas hydrogene sulfuri*.

§. 846. 7) Entzündliches Phosphorgas (*gas inflammabile phosphoreum*). Man erhält dieses Gas am bequemsten und leichtesten auf folgende Weise. Man schüttet in eine kleine irdene Retorte zwey Unzen, frisch an der Luft zerfallenen, gebrannten Kalk, ein Quentchen in kleine Stücke geschnittenen Phosphorus, und eine halbe Unze Wasser, schüttelt es unter einander, füttet in den Hals der Retorte eine gekrümmte gläserne Röhre, die höchstens $1\frac{1}{2}$ Linien im Lichten hat, und deren unteres Ende unter einer mit Wasser gefüllten Vorlage des pneumatischen Apparates steht. Man erhitzt nun die Retorte ganz allmählich im Sandbade; so wie sie anfängt heiß zu werden, entwickelt sich auch sogleich das brennbare Phosphorgas. Man hat sich hierbey insbesondere vor der Entzündung zu hüten, die im Anfange der Destillation durch die im Destillirgefäße eingeschlossene respirable Luft stattfinden kann.

Raymond im Journ. der Phys. B. VI. S. 157. ff.

§. 847. Dieses Gas hat das Characteristische, daß es bey Berührung der respirablen Luft sich sogleich von selbst entzündet, und dabey Phosphorsäure absetzt. Es wird vom Wasser nicht verschluckt, hat einen sehr üblen, gleichsam faulen, Geruch; wird durch Salpetergas, luftsaures Gas, brennbares

res

res Gas, hepatisches Gas nicht zerlegt, und röthet die Lackmustrinctur nicht. — Die Basis dieses Gas ist Phosphorsäure, Brennstoff und Wasser; die beiden erstern sind darin so enthalten, daß der Brennstoff in einem größeren Verhältniß zur Phosphorsäure ist, als im Phosphor. Wir könnten also auch sagen: die Basis dieses Gas besteht aus Phosphor, Brennstoff und Wasser.

Nach den Antiphlogistikern ist die Basis dieses Gas Hydrogene und Phosphor; es heißt deswegen auch Gas *hydrogène phosphoré*.

§. 848. 8) Ammoniakgas, urindse Luft, flüchtig alkalische Luft (aër alcalinus, gas alcalinum volatile). Man gewinnt es dadurch, daß man starken ägenden Salmiakgeist in einer kleinen Retorte gelinde erhitzt, und vermittelst eines Quecksilberapparats die sich entwickelnde Luft auffängt; oder zwey Theile frisch zerfallnen Kalk und einen Theil Salmiak, zusammen vermischt, mit etwas Wasser befeuchtet, auf eben diese Art destillirt.

§. 849. Dieses Gas hat einen sehr durchdringenden, fast erstickenden Geruch; ist leichter als atmosphärische Luft (S. 240.); zeigt alle Eigenschaften eines flüchtigen Laugensalzes; wird von dem Wasser bey Berührung desselben und Erwärmung sogleich verschluckt und aufgelöst, und diese Auflösung ist ein wahrer ägender urindser Geist. Es ist irrespirabel; löscht das Feuer aus; ist aber bey genugsamen Zugang der atmosphärischen Luft selbst entzündlich. Es trübt das Kalkwasser nicht; zerlegt die Salpeterluft nicht. Mit dem luftsauren Gas vermischt, wird es selbst und die Luftsaure unter Erwärmung vernichtet,

und

und es wird aus beiden ein fester Körper, nemlich **Luftsaures flüchtiges Alkali**. Das Eis wird davon schnell zum Schmelzen gebracht.

§. 850. Die Basis dieses Gas ist flüchtiges Laugensalz und Wasser. Dies beweisen ihre Bereitungsart und ihre Phänomene.

§. 851. 9) **Salzsaures Gas**, (*gas muriaticum*) Man verfertigt diese Lustart, wenn man auf zwey Theile Küchenalz einen Theil concentrirte Vitriolsäure gießt, und in einem Quecksilberapparat gehörig die Dämpfe auffängt, oder statken rauchenden Salzgeist mittelst dieses Apparats destillirt.

§. 852. Diese luftförmige Flüssigkeit verliert ihren Aggregatzustand sogleich, wenn sie die atmosphärische Luft berührt, und wird unter Erwärmung zu einem weißgrauen Dampf. Sie ist sauer und ägend von Geschmack, und äußert alle die Wirkungen, welche eine Säure besitzt. Sie ist irrespirabel und tödtet die Thiere augenblicklich. Sie wird vom Wasser schnell und unter Erwärmung eingesogen und davon aufgelöst. Das Eis schmelzt darin sehr bald. Sie trübt das Kalkwasser nicht, wird aber davon verschluckt, und verwandelt dasselbe in salzsauren Kalk. Die ägenden Laugen-lze verwandelt sie ebenfalls sogleich in salzsaure Neutralsalze. Das flüchtig alkalische Gas und salzsaure Gas vernichten sich sogleich, und treten unter Erwärmung, zu einem festen Körper, zu Salmiak, zusammen. Es dient dies Gas nicht zur Unterhaltung des Feuers, und löscht die Flamme aus. Es ist schwerer als atmosphärische Luft, und sein eigenthümliches Gewicht verhält sich gegen diese, wie 1,698 : 1000. Weder Salpetergas, noch

nach luftsaures Gas, nach Stickgas, nach entzündliches, nach hepatisches Gas zerlegen dasselbe, noch werden sie davon zerlegt.

§. 853. Die Basis dieses Gas ist Salzsäure, Wasser, und etwas Brennstoff. Bey Berührung der respirablen Luft wird ein Theil des letztern entzogen, und das Gas solchergestalt zerlegt.

Nach den Antiphlogistikern machen Oxygen und *Radical muriatique* (§. 357. Anm.) die Basis davon aus. Sie nennen es *Gas acide muriatique*.

§. 854. Hieher kann man auch die dephlogisirte Salzsäure rechnen, die man durch das Abziehen des rauchenden Salzgeistes über Braunstein vermittelst des pneumatisch-chemischen Wasserapparats erhält. Sie verhält sich in der gewöhnlichen Temperatur wie eine permanent-elastische Luft, ist durchsichtig, aber nicht farbenlos, sondern hat eine gelbe Farbe, besitzt einen eigenen stechenden Geruch und Geschmack; röthet nicht sowohl blaue Pflanzensäfte, sondern zerstört alle Pflanzenfarben überhaupt, verwandelt die ägenden Alkalien in salzsaure Neutralsalze von anderer Natur, als die mit gewöhnlicher Salzsäure bereiteten sind; trübt das Kalkwasser nicht; ist höchst irrespirabel, und tödtet die Thiere augenblicklich; zerlegt die Salpeterluft, und bringt verschiedene entzündliche Körper zur Selbstentzündung, wenn man sie selbst vorher gehörig erwärmt hat. Vom Wasser wird sie eingesogen. Alle Metalle werden davon sogleich aufgelöst oder zerfressen. Alle gefärbte Blumen und Blätter der Pflanzen werden in dieser dephlogisirten Salzsäure entfärbt und weiß.

Von der Anwendung dieser merkwürdigen Substanz zum Bleichen.

§. 855.

§. 855. Mit Unrecht rechnet man diese dephlogistisirte Salzsäure zu den Gasarten, da sie keine Permanenz ihrer Elasticität in der Kälte besitzt, sondern zu einem festen Salze gerinnt. Sie ist also im Grunde nur ein Dampf. Sie ist, wie ich schon oben (§. 357. Anm.) angeführt habe, reine Salzsäure, der durch den Braunstein der Brennstoff, welcher der gemeinen Salzsäure anhängt, entzogen worden ist. Sie hat allemal auch Wasser mit zur Basis.

§. 856. 10) Schwefelgas, vitriolsaure Luft, Schwefelluft (*gas sulphureum, aer sulphureus, aer acidus vitriolicus*). Man erhält es, wenn man Vitriolöl mit leicht entzündlichen Körpern, besonders mit Oehlen, vermischt, und vermittelst des Quecksilberapparats destillirt. Reiner aber gewinnt man es bey der Auflösung regulinischer Metalle, z. B. des Quecksilbers, in concentrirter Vitriolsäure vermittelst der Hitze. Dieses Gas wird vom Wasser schnell verschluckt; hat einen starken Geruch, wie der vom verbrennenden Schwefel; ist irrespirabel, und taugt nicht zur Unterhaltung des Feuers. Es ist offenbar sauer, es wird vom Kaltwasser verschluckt; aber trübt es nicht, wie die Luftsäure. Es bringt das Eis sehr bald zum Schmelzen; zerlegt das Salpetergas nicht; und wird selbst in keiner irrespirablen Luftart zerlegt. Die respirable Luft wird davon phlogistisirt, und wenn jene in hinreichender Menge lange genug damit vermischt steht, so wird das Schwefelgas allmählich zur Vitriolsäure. — Die Basis dieses Schwefelgas sind: Vitriolsäure, Brennstoff und Wasser.

Nach der Lehre vom Oxygen hat dies Gas Schwefel und Oxygen zur Basis. Es heißt *Gas acide sulfureux*.

§. 857. 11) Flußspathsaures Gas. Es wird dadurch erhalten, daß man gepulverten Flußspath mit der Hälfte Vitriolölhl mittelst des Quecksilberapparats aus einer bleernen Retorte destillirt. Es wird unter Erwärmung sogleich zersezt, und in weißgrauen Rauch verwandelt, wenn es die atmosphärische Luft berührt; vom Wasser schnell und unter Erwärmung verschluckt, und sezt, wenn es aus gläsernen Gefäßen destillirt worden war, auf dem Wasser eine Rinde ab, die aus Kiesel Erde besteht; ist schwerer als atmosphärische Luft; irrespirabel, und taugt nicht zur Unterhaltung des Feuers; hat einen sauren Geruch, und alle Kennzeichen einer Säure; trübt das Kalkwasser sogleich; wird weder von dem luftsauren Gas, noch vom Stickgas, oder entzündbaren Gas, oder Schwefelgas, oder Salpetergas zersezt. Ammoniakgas aber und flußspathsaures Gas vernichten sich augenblicklich unter einer entsetzenden Erwärmung, und es wird aus beiden ein festes Neutralsalz (Flußspathsalz).

§. 858. Alle Umstände bringen es zur Gewißheit, daß das flußspathsaure Gas Flußspathsäure, Wasser und Brennstoff zur Basis habe. Die Absetzung der kieseligten Rinde bey der Einsaugung derselben vom Wasser zeigt sich nur, wenn Kiesel Erde in den Gefäßen, aus denen man sie destillirte, oder sonst im Flußspathe war, und diese lehrt uns den sonst kaum glaublichen Satz, daß auch die feuerbeständige, feste Kiesel Erde, mit dieser Säure verbunden, des luftförmigen Aggregatzustandes durch Mithverflüchtigung fähig ist.

§. 859. 12) Dephlogistisirte Luft, reine Luft, Lebensluft, einathmunsfähige Luft, Feuerluft (aër dephlogisticatus, purus, vitalis, respirabilis). Man erhält sie, wenn man Braunstein, oder salpetersaure Neutralsalze mit einem fixen alkalischen Grundtheil, oder salpetersaure Mittelsalze und metallische Salze, oder den mit Salpetersäure bereiteten Quecksilberkalk mittelst des pneumatisch-chemischen Apparats destillirt. Ferner liefern sie alle Pflanzen, die im Sonnenschein wachsen (§. 467.).

§. 860. Diese merkwürdige Luftart, durch deren Hülfe wir unsere gemeine Luft erst recht kennen gelernt haben, ist etwas specifisch schwerer, als diese (§. 240.). Sie läßt sich von den Thieren ohne Nachtheil einathmen. Ein kleines Thier kann sogar in einem eingeschlossenen Raume dieser Luft 5 bis 6mal länger leben, als in einem gleich großen Raume von atmosphärischer Luft, ehe es erstickt. Sie befördert das Verbrennen der Körper ungemein, und selbst Körper, die in gemeiner Luft nur glimmen oder gar nicht brennen, brennen in dieser mit Flamme; und alle verbrennende Körper geben darin einen weit stärkern Glanz. In der Vermischung mit brennbarer Luft, in dem Verhältnisse, daß sie $\frac{1}{2}$ des Raums gegen $\frac{1}{2}$ der letztern beträgt, giebt sie eine sehr starke knallende Luft. Sie wird vom Wasser langsam aufgelöst, und dies kann nur, wenn es vorher luftleer war, $\frac{1}{4}$ seines Umfanges davon in sich nehmen. Durch Erhitzung und Kochen, und so auch durch Schütteln wird die reine Luft wieder daraus entwickelt. Sie hat keinen Geruch und Geschmack, trübt das Kalkwasser nicht; und röthet die Lackmustinctur nicht.

- **Versuche:** Ein Licht brennt in dieser Luft mit Knistern und sehr helle.
- Das glimmende Docht desselbigen bricht darin sogleich wieder zur Flamme aus.
- Ein glimmender Holzspahn, glimmendes Papier geräth darin in Flamme.
- Ein Stück glimmender Schwamm brennt darin mit einer hellen Flamme.
- Eine Stahlfeder verbrennt und schmelzt darin mit vielem Funkenwerfen und einem starken Glanze.
- Phosphorus verbrennt darin mit einem höchst blendenden Glanze.
- Brennbare Luft verbrennt mit derselben mit einem ungemessen heftigen Knalle.

§. 861. Die dephlogistisirte Luft zerlegt die Salpeterluft, wie die atmosphärische (§. 832.); nur ist die Röthung und die Erwärmung dabei weit beschränklicher, und man braucht eine weit geringere Menge von der dephlogistisirten Luft, als von der atmosphärischen, um eine gleiche Menge Salpeterluft zu zerlegen. Die Verminderung des Umfanges der reinen Luft durch genügsame Salpeterluft ist auch weit größer, als bei der atmosphärischen. Die, welche übrig bleibt, ist ganz phlogistisirt. So wird auch die reinste dephlogistisirte Luft, die wir darstellen können, durch alle die Mittel, welche die gemeine Luft phlogistisiren, immer schlechter, und der atmosphärischen Luft in allen Eigenschaften ähnlicher, und wird endlich, wie diese, ganz in Stickluft verwandelt.

§. 862. Da die bloße Elasticität keinesweges allein hinreicht, um daraus zu erklären, warum Thiere in der atmosphärischen Luft leben können, so dem phlogistisirten Luft allerdings auch elastisch genug ist; da ferner diese durchs Athmen der Thiere und

durchs Verbrennen der verbrennlichen Körper entsteht; so muß nothwendigerweise in der atmosphärischen Luft etwas seyn, was sie respirabel und zur Unterhaltung des Feuers fähig macht; was aber auch immer ersetzt wird, weil sonst durch die unzähligen phlogistischen Proceße, die auf und an der Erde vorgehen, unsere Luft endlich zum Aufenthalt für Thiere und Menschen untüchtig werden würde.

§. 863. Dieser Bestandtheil der atmosphärischen Luft, der sie zur Unterhaltung des Feuers und des Athemholens der Thiere einzig und allein fähig macht, ist eben die dephlogistisirte Luft. Die Eigenschaften derselben, ihre Entwicklung aus den vegetirenden Pflanzen, ihr Uebergang in den phlogistischen Proceßen zu einer der atmosphärischen Luft ganz und gar ähnlichen, und ihre endliche Verwandlung dadurch in eine phlogistisirte Luft beweisen es.

§. 864. Da in den die Luft phlogistisirenden Proceßen von der atmosphärischen Luft viel mehr Stickgas übrig bleibt, als bey der dephlogistisirten, so muß dieses Stickgas auch nothwendigerweise schon vorher einen Bestandtheil darin ausgemacht haben, welches durch die Verbindung mit reiner Luft respirabel wurde, welches aber verursachte, daß die Erscheinungen des Verbrennens in dieser atmosphärischen Luft weniger auffallend sind, als in der dephlogistisirten. Man kann daher 13) die atmosphärische Luft, als eine dephlogistisirte Luft ansehen, die noch nicht ganz mit dem Brennstoffe gesättiget, aber der Gränze dieser Sättigung ziemlich nahe ist. Sonst aber macht auch das luftsaure Gas einen Bestandtheil der Atmosphäre aus; und es ist dies gar nicht

zu verwundern, da sich dasselbe aus so unzählig vielen Körpern, die an und in der Atmosphäre zerlegt werden, und durchs Athmen so vieler Thiere, loss macht und entwickelt. Man findet daher das luftsaure Gas in der atmosphärischen Luft zu allen Zeiten und an allen Orten nicht in gleicher Menge; am häufigsten in den untersten Luftschichten. Ich halte dieses luftsaure Gas für keinen wesentlichen Theil der atmosphärischen Luft, sondern darin nur für zufällig.

§. 865. Je größer der Antheil der dephlogistisirten oder reinen Luft in der Atmosphäre ist, desto stärker und heller brennen darin die Kerzen; desto mehr wird sie durch phlogistische Processe vermindert, und desto weniger braucht man von derselben zur Zersetzung der Salpeterluft.

Die Luft, worin ein Licht noch brennen kann, enthält auch immer noch soviel reine Luft, daß ein Thier darin athmen kann; und es kann dies leichte Mittel eine nützliche Probe bey der Besuchung unterirdischer Gruben und Höhlen abgeben.

§. 866. Da die Fähigkeit der atmosphärischen Luft, zum Athemholen zu nützen, einzig und allein von dem darin befindlichen Antheile dephlogistisirter Luft abhängt, und dieselbe durch zu große Vermehrung des phlogistischen Theiles abnimmt, so ist es allerdings interessant, die Menge dieser in der Atmosphäre befindlichen reinen Luft wissen und bestimmen zu können. Priestley hatte zuerst den Gedanken, die Salpeterluft dazu anzuwenden; und Scheele bediente sich dazu der Schwefelleber. Durch beide wird die respirable Luft phlogistisirt und vermindert; und aus der Größe dieser Verminderung schließt man auf

auf die Menge der in der angewandten Luft enthaltenen reinen Luft.

Carl Wilhelm Scheele chemische Abhandlung von Luft und Feuer. Upsal und Leipzig 1777. 8. Neue Ausg. durch Hrn. Leonhardi, Leipzig. 1782. 8.

§. 867. Da bey den phlogistisirenden Processen und durch Salpetergas die atmosphärische Luft gewöhnlich nicht mehr, als um den vierten Theil, und nach den Scheelischen Versuchen nicht unter $\frac{8}{11}$ oder über $\frac{10}{11}$ ihres Umfanges vermindert wird, so hat man geschlossen, daß die reine, brennstoffleere, heilsame und zum Athmen unumgänglich nothwendige Luft der Atmosphäre gewöhnlich ohngefähr $\frac{1}{4}$ oder nach einer Mittelzahl der Scheelischen Versuche, $\frac{2}{3}$ derselben betrage.

Dieser Schluß gründet sich aber auf die unrichtige Voraussetzung, daß die reine Luft hiebey gänzlich vernichtet werde, und verschwinde; welches doch nicht ist, da sie zum Theil auch als phlogistisirte Luft zurückbleibt. Man muß folglich das Verhältniß der reinen Luft als vielmals größer annehmen.

§. 868. Gewöhnlich bedient man sich, um den Grad der Reinigkeit der atmosphärischen Luft, oder eigentlich ihren Gehalt an dephlogistisirter Luft zu finden, des Salpetergas. Das hiezu dienende Werkzeug, worin die zu prüfende Luft mit der Salpetersluft bequem zusammengebracht, und die Verminderung des Raums beider Luftarten gehörig gemessen werden kann, heißt ein Eudiometer oder Luftgütemesser.

§. 869. Wir haben seit der Bekanntmachung dieses Instruments durch Priestley (1772.) mehrere Vorschläge und Abänderungen dazu erhalten, unter
des

Denen das neuverbesserte des Hrn. Fontana vorzüglich wegen seiner Einfachheit und Richtigkeit sehr viele Vorzüge besitz. Dies verbesserte Eudiometer besteht aus zwey Stücken, dem sogenannten großen und kleinen Maaße. Das große Maaß besteht aus einer oben verschlossenen Glasröhre, die inwendig auß vollkommenste cylindrisch, also allenthalben von gleichem Durchmesser, 14 bis 20 Zoll lang ist, und deren innerer Durchmesser nicht unter $\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Die Röhre ist in genaue Abtheilungen, jede von drey parisischen Zollen, gebracht, deren jede wieder in hundert, auf einem an der Röhre beweglichen Gradeleiter eingeschnittene, Unterabtheilungen zerfällt. Das kleine Maaß des Eudiometers ist eine kleine gläserne Phiole, die genau so viele Luft fassen muß, als eine Abtheilung der größern Röhre von drey Zollen enthält.

§. 870. Um eine Luft in Rücksicht ihres Gehaltes an dephlogistisirter oder respirabler Luft zu prüfen, vermischt man in der längern Röhre des Eudiometers ein kleines Maaß Salpeterluft mit einem solchen Maaße der zu prüfenden Luft über Wasser, läßt die zerstörte Salpeterluft sich gänzlich vom Wasser einsaugen, und merkt die Verminderung des Raumes der übrigbleibenden Luft durch den Gradeleiter. Je größer die Verminderung des Raumes beider Luftarten (bey der Anwendung eines gleichförmigen Salpetergas und gleicher Temperatur) ist, desto mehr enthält die geprüfte Luft an dephlogistisirter Luft.

Priestley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene
Tabelle der Naturl. B. I. S. 6. Fontana descrizione
ed usi di alcuni stromenti per misurare la salubrità
dell' aria. in Firenze 1774. 4. Ingehouß vermischt

te Schriften, B. II. S. 27. ff. Joh. Andr. Scherer
Geschichte der Luftgüteprüfungslehre. B. I. II. Wien
1785. 8.

§. 871. Der Gebrauch des Eudiometers erfordert übrigens große Genauigkeit und Übung; und wenn die Versuche damit gleichförmig ausfallen sollen, ein immer gleiches Verfahren und ein gleichförmig bereitetes Salpetergas. Besonders aber ist es unumgänglich nöthig, daß das Salpetergas nicht selbst schon Stickgas enthalte, und dies wird es, wenn bey seiner Bereitung in der Entbindungsflasche atmosphärische Luft mit eingeschlossen war. Sonst können aber auch Unvollkommenheiten in der Structur des Luftgütemessers, das verschiedene Alter des über Wasser aufbewahrten Salpetergas, die im Wasser selbst stehende reine Luft und Verschiedenheit der Temperatur des Wassers, über und durch welches man die Luftarten zusammenbringt, Verschiedenheiten in den Resultaten der Versuche geben.

§. 872. Aus dieser Ursach hat man neulich das Verbrennen des Phosphorus in einem bestimmten Raume der zu prüfenden Luft als ein eudiometrisches Mittel vorgeschlagen, und in der That verdient es Vorzüge vor der Anwendung des Salpetergas. Der von Hr. Seguin und Lavoisier dazu vorgeschlagene Apparat verdient Vorzüge vor andern Vorschlägen dieser Art.

Abhandlung über die Eudiometrie, von Hrn. Seguin,
a. d. Franz. übers. im Journ. der Phys. B. VI., S.
148. ff.

§. 873. Die Basis der dephlogistisirten Luft halte ich für bloßes Wasser, das vermittelt etwas Brennstoff mit dem Wärmestoff in chemische Verbindung

dung gebracht worden ist. Ihre Bestandtheile sind also Wasser, Lichtmaterie, und Wärmestoff. Durch Zunahme des Brennstoffs darin verwandelt sie sich in atmosphärische Luft, und durch völlige Sättigung damit in Stickgas, wie auch die Erfahrung bey phlogistischen Processen diese Uebergänge wirklich beweist. Ihre Entstehung aus dem Braunstein, dem Salpeter u. a. im Glühfeuer erkläre ich daher, daß diese Körper ihr wesentliches Wasser bis zum Glühen zurück behalten, und dasselbe dadurch fähig wird, als luftförmige Flüssigkeit, und nicht als bloßer Dampf ausgetrieben zu werden. Weil aber die Wasserdämpfe bey ihrem Uebergang zur Luft durchs Glühen so viel Lichtmaterie zum Brennstoff fixiren würden, daß sie eine Stickluft bilden würden, wie die oben (§. 761.) angeführte Erfahrung beweist, so ist nöthig, daß die Körper, welche das Wasser im Glühen entlassen, eine starke Anziehung zum Brennstoff besitzen, (wie der Braunstein, die Salpetersäure, der Quecksilberkalk wirklich haben,) um ihn so den Wassertheilen bey ihrer Luftwerdung bis auf einen bestimmten Antheil zu entziehen. Daher ist auch der Rückstand der Körper, aus denen man dephlogistisirte Luft ausgetrieben hat, allemal phlogistisirt.

Schall und Ton.

§. 874. Wenn zusammengepreßte Luft aus einer engen Oeffnung eines festen oder gespannten Körpers hervordringt, oder schnell aus ihm entweicht wird, oder auch schnell in ihn hineindringt, oder sonst auf eine andere Art nach dem Zusammendrücken sich plötzlich wieder ausdehnt, so ist

dies

dies mit einer Wirkung begleitet, die wir **Schall** nennen.

Beispiele geben: das Zersprengen einer mit Luft gefüllten Blase, oder luftleerer gläserner Kugeln, das Knallen einer Peitsche, des eingeschlossenen Schießpulvers, die Knallluft, das Knallpulver, das Knallgold, u. d. gl. m.

§. 875. Eben diese Wirkung auf unser Gehörorgan wird durch das Anschlagen an feste federharte Körper, oder durch das Hin- und Herschwingen gespannter Saiten in der Luft hervorgebracht. Wir finden aber, daß im luftleeren Raume diese Wirkung nicht Statt hat, und es muß folglich die Luft an dieser Erscheinung mit Antheil haben.

§. 876. Wir nehmen also hier Rücksicht 1) auf die den Schall ursprünglich erregenden Körper, und 2) auf das den Schall bis zu unserm Gehör fortplanzende Mittel.

§. 877. Alle diejenigen Körper, deren Theile einer schwingenden Bewegung fähig sind, sind der Erfahrung zu Folge schallende Körper (*corpora sonora*). Dahin gehören 1) alle mit Federkraft begabte feste Körper, und 2) alle elastisch flüssige Körper. Zu den erstern gehören alle Körper, deren Theile gespannt sind, als Glas, harte Metalle, gespannte Saiten, elastisches Holz, gespannte Felle und Häute, u. d. gl. Die letztern, z. B. die Luft, können zwar auch ursprünglich schallende Körper werden, wenn sie bey festen und gespannten Körpern schnell vorbeifahren, oder plötzlich aus ihnen entwickelt werden; nie aber für sich allein.

§. 878. Der Schall der klingenden Körper ist desto größer, je mehr sie Federkraft haben, oder je mehr ihre

Ihre Theile gespannt werden, und wird desto schwächer, je mehr diese Spannungen abnehmen, oder je mehr der Körper von seiner Federkraft verliert. Weiche Körper haben daher nur wenig Schall, und dampfen auch den Schall federharter Körper.

§. 879. Das Wesen des Schalles besteht nicht in dem Zittern der kleinsten Körpertheilchen, das in klingenden Körpern gar nicht einmal vorhanden ist. Die von Hrn. Chladni bekannt gemachten, äußerst interessanten, neuen Versuche, beweisen ganz unwidersprechlich, daß nicht nur bey klingenden Saiten, sondern auch bey klingenden Ringen, Glocken, Scheiben und Stäben, während ihres Klanges gewisse Stellen solcher Körper ganz unbewegt bleiben, und daß um diese herum die übrigen Theile so oscilliren oder schwingen, daß diese Schwingungen auf beiden Seiten der festen Stellen oder Schwingungsknoten nach entgegengesetzter Richtung gehen.

Entdeckungen über die Theorie des Klanges, von Ernst Florens Friedrich Chladni. Leipz. 1787. 4.

§. 880. Von der Dauer dieser Schwingungen hängt die Dauer des Schalles, und von der Menge der schwingenden Theile und der Größe der Schwingungsbogen, die Größe oder Stärke desselben ab. .

§. 881. Wenn diese Schwingungen des klingenden Körpers regelmäßig und so auf einander folgen, daß sie gleichzeitig sind, so nennt man sie einen Klang; sonst aber, wenn das Gegentheil stattfindet, ein Geräusch, ein Getöse, einen dumpfen Schall. Ein augenblicklich vorübergehender, sehr heftiger Schall, heißt ein Knall.

§. 882. Wenn die zum Schalle nothwendigen Schwingungen eines Körpers von unserm Gehör empfunden werden, und wir also den Schall hören sollen, so ist nöthig, daß jene bis zu unserm Gehör durch irgend ein Mittel fortgepflanzt werden (§. 876.); und ohne dasselbe können wir den Schall nicht empfinden, wie man unter der Glocke der Luftpumpe beweisen kann.

§. 883. Zu diesen den Schall fortpflanzenden Mitteln können zwar alle harte und flüssige Körper, und von den letztern nicht bloß die elastischen, sondern auch die tropfbaren, gerechnet werden; indessen ist die atmosphärische Luft das vorzüglichste und allgemeinste Fortpflanzungsmittel für die zum Schall erforderlichen Schwingungen bis zu unserm Gehör, oder für die Empfindung des Schalles. Je größer die Elasticität der Luft ist, desto stärker ist der Schall darin. In verdichteter oder erwärmter Luft, die sich sonst nicht ausbreiten kann, nimmt daher seine Stärke zu, in verdünnter hingegen ab.

Taube Personen können, wenn sie mit den Zähnen ein starkes Drath auf den Rand eines Kessels halten, in welchen man stark hineinruft, merklich hören.

§. 884. Hierauf gründet sich auch die Wirkung der Resonanz. Wenn nemlich die schwingenden Lufttheilchen an einen mit Federkraft begabten Körper stoßen und ihn ebenfalls in Schwingungen versetzen, so wird dadurch die Zahl der schwingenden Theilchen der Luft selbst vermehrt, und der Schall folglich verstärkt.

Dies beweisen die Resonanzböden der besaiteten Instrumente, und die Stärke des Schalles der Blasinstrumente.

§. 885. Zur Erklärung der Fortpflanzung des Schalles von einem schallenden Körper durch die Luft, nimmt man an, daß durch die Schwingungen des erkern die umgebenden Lufttheilchen, und durch diese die benachbarten Lufttheilchen abwechselnd zusammengedrückt werden, und sich wieder ausdehnen. Diefemnach ist die zur Fortpflanzung des Schalles dienende Bewegung der Luft eine wellenförmige, und keinesweges eine fortschreitende. Der Schall pflanzt sich von dem klingenden oder schallenden Körper, wie von dem Mittelpuncte einer Kugel nach der Fläche derselben, in der Luft fort, und zwar nach der Stärke und Beschaffenheit desselbigen zu einer größern oder geringern Weite, die bey der gehörigen Stärke des Schalles, nach der Lage des Orts, sehr beträchtlich seyn kann. Die weiteste Entfernung desselben kann man aber wegen der Menge der nicht zu bestimmenden Umstände nicht angeben. Man kann sich die Fortpflanzung des Schalles in der Luft als Schallstrahlen (radii sonori) vorstellen, wenn man nur dabey nicht glaubt, daß wirkliche Ausflüsse einer schallmachenden Materie stattfänden.

§. 886. Der Schall pflanzt sich in der Luft eben so leicht nach oben, als nach unten, und nach der Seite zu fort, vorausgesetzt, daß die Dichtigkeit der Luft, nach den verschiedenen Richtungen zu, sich nicht merklich ändert.

§. 887. Aus der angeführten Ausbreitung des Schalles in der Luft folgt, daß die Stärke desselben abnehmen müsse, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

§. 388. Da zur Fortpflanzung des Schalles eine bestimmte Bewegung, und folglich eine bestimmte Zeit erfordert wird, so läßt sich auch die Geschwindigkeit des Schalles bey seiner Ausbreitung, wie jede andere Geschwindigkeit, aus Raum und Zeit messen und bestimmen. Da die Geschwindigkeit der Bewegung des Lichtes so außerordentlich groß ist, daß die Zeit, die es zum Durchlaufen eines Raumes auf der Erde braucht, für nichts zu rechnen ist, so hat man sich des mit einem Schall ausbrechenden Feuers, wie das Abfeuern der Gewehre und des Geschüßes zur Nachtzeit, bedient, um daraus die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles in der Luft, in bestimmter Entfernung zu messen. Die Resultate der Erfahrungen hierüber weichen freylich sehr von einander ab, wie sich auch aus der veränderlichen Beschaffenheit der Luft kaum anders erwarten läßt. Die von Cassini, Maraldi und De la Caille angestellten scheinen doch die genauesten und sichersten zu seyn, und zu Folge derselben durchläuft der Schall in Einer Secunde einen Raum von 173 Toisen, oder 1038 paris. Fuß.

Mémoires de l'acad. roy. des sc. de Paris. 1738. u. 1739. Schölers phys. Wörterb. Th. III. S. 309.

Diese Geschwindigkeit des Schalles kann auch dazu dienen, um die Entfernung eines Orts, eines Gewitters, eines Schiffes u. d. gl., wenigstens einigermaßen, aus der Zeit, die zwischen dem Wahrnehmen des Schalles und des gleichzeitig ausbrechenden Lichtes verfließt, zu beurtheilen.

§. 389. Die Bewegung des Schalles ist gleichförmig, oder er durchläuft in gleichen Zeiten gleiche Räume. Die Stärke des Schalles mag beschaffen seyn, wie sie will, so ist die Geschwindigkeit desselben

ben einerley; und alle Gattungen des Schalles haben einerley Geschwindigkeit.

Experimenta et observationes de soni motu aliisque ad id attinentibus, factae a D. W. Derhamo, in den philosoph. Trans. num. 313. S. 3. ff.

§. 890. Alles, was die Elasticität der Luft ändert, bringt auch Veränderungen in der Geschwindigkeit des Schalles zuwege, als Wärme und Kälte; Verdichtung und Verdünnung der Luft. Aber das Licht hat keinen Einfluß darauf. Wenn der Wind noch einer Richtung bläst, die auf der Richtung des Schalles senkrecht ist; so ändert er nichts in der Geschwindigkeit des Schalles. Sonst aber vermehrt oder vermindert er dieselbe, nachdem er mit dem Schalle in einerley oder in entgegengesetzter Richtung geht.

§. 891. Die Größe des Schalles kann nicht von der größern Geschwindigkeit desselben abhängen; denn sonst müßte ein starker Schall eher einen größern Raum durchlaufen, als ein schwacher, wogegen die angestellten Erfahrungen streiten.

§. 892. Der Schall wird von harten Körpern nach den Gesetzen der Reflexion elastischer Körper zurückgeworfen. Darauf beruhet die Einrichtung der Sprachgewölbe. Wenn durch diese Reflexion die Zerstreuung des Schalles in die Runde verhindert, und die Divergenz der Schallstrahlen dadurch in eine parallele Richtung verändert wird, so muß auch der Schall seine Stärke behalten, die er sonst verlieren würde. Darauf gründet sich das Sprachrohr. Man ist häufig bemüht gewesen, ihm die schließliche Figur zu geben; Hr. Lambert aber hat bewiesen,

daß

daß die Figur eines abgekürzten Kegels, wo nicht die beste, doch eben so gut sey, als jede andere. Sehr klingende Materien, oder solche, die eine starke Resonanz bewirken, können zwar bey der Anwendung zu Sprachröhren, die Stärke des Schalls vermehren, aber sie vermindern auch wieder auf der andern Seite die Deutlichkeit articulirter Töne.

Athanasii Kircheri neue Hall- und Tonkunst, a. d. L. Nürnberg 1682. Fol.

Sur quelques instrumens acoustiques, par Mr. Lambert, in den Mem. de l'ac. roy. des sc. de Prusse. 1763. S. 27.

§. 893. Wenn der Schallstrahl bey seinem Fortgange in der Luft senkrecht auf einen harten Körper stößt, so wird er auf diesen Körper mit seiner ganzen Gewalt wirken, und nach den Gesetzen der Reflexion von demselben wieder in eben der Richtung und mit eben der Geschwindigkeit zurückgeworfen werden. Ein Ohr also, das ganz nahe bey dem Orte des entstehenden Schalles ist, hört nicht allein diesen Urschall, sondern auch den Wiederschall, oder das Echo. Wenn aber dieser reflectirte Schall zu geschwind auf den erstern folgt, so wird er undeutlich und kann von jenem nicht unterschieden werden. Die Erfahrung lehrt, daß zwey Schalle deutlich sind, und unterschieden werden können, wenn sie in dem neunten Theile einer Secunde auf einander folgen. Wenn daher ein Echo eines Schalles deutlich gehört werden soll, so muß die den Schall reflectirende Ebene so weit vom Urschall entfernt seyn, daß der neunte Theil einer Secunde vergeht, ehe der Schall hin- und zurückgeht, oder, welches einerley ist, daß $\frac{1}{9}$ einer Secunde vergeht, ehe der Schall an die reflectirende Ebene anstößt. Wenn wir an-
nehmen

nehmen, daß der Schall in einer Secunde 1028 parisiſche Fuß durchläuft (§. 888.), ſo muß die Ebene wenigſtens $\frac{1028}{2}$ oder 514 Fuß vom Urſchall entfernt ſeyn, wenn das Echo deutlich gehört werden ſoll. In dieſer Entfernung kann es aber nur einen einzelnen Schall oder eine einzelne Silbe deutlich wiederhallen, und heißt daher ein einſylbiges Echo. Es kommt bey dem Ausſprechen eines mehrſylbigen Wortes ſchon der Schall der erſten Silben zurück, ehe das ganze Wort ausgeſprochen iſt, und man hört daſer nur die letzte Silbe allein deutlich nachhallen.

§. 894. Wenn die den Schall reflectirende Ebene 519 pariſiſche Fuß vom Urſchall entfernt iſt, ſo vergeht eine Secunde Zeit, ehe das Echo wieder an den Ort des Urſchalls zurückkommt, und in dieſer Entfernung kann es ſchon vielſylbige Worte wiederholen. Das Echo heißt alſodenn ein vielſylbiges. Wenn mehrere zurückwerfende Körper in Entfernung neben einander liegen, ſo daß der Schall von einem zum andern, und von jedem wieder an dem Ort des Urſchalles reflectirt wird, ſo entſteht ein vielfaches Echo, das eine Silbe mehrere male wiederholt, weil der Schall von der fernern reflectirenden Ebene ſpäter ins Ohr zurückkommt, als von der nähern, wenn anders nur der urſprüngliche Schall ſtark genug war.

Nachrichten von verſchiedenen merkwürdigen Arten des Echo ſehe man in Kirchers oben (§. 892.) analyt. Schrift, und in Gehler's phyſ. Wörterb. Th. I. Art. Echo.

§. 895. Wenn man zwey Saiten, die aus einerley Materie beſtehen, und gleich dick, aber ungleich lang ſind, gleich ſtark ſpannt, ſo machen ſie nicht ei-

nerley Empfindung auf unser Gehör, wenn sie erschättet werden. Wir sagen, daß die kürzere Saite höher, die längere aber tiefer klinge, und diese bestimmte Höhe oder Tiefe des Klanges nennen wir Ton.

§. 896. Die gespannten Saiten verhalten sich wie die Pendul. Da nun ein Pendul desto langsamer schwingt, je länger es ist, so muß auch bey dem tiefen Tone der längern Saite die Anzahl der Schwingungen in einerley Zeit nicht so groß seyn, als bey dem höhern Tone der kürzern Saiten. Tiefe Töne sind also solche, welche in einerley Zeit weniger Schwingungen machen, als andere, mit denen man sie vergleicht, und hohe Töne, welche mehr Schwingungen in eben dieser Zeit machen. Es giebt aber für das menschliche Ohr eine gewisse Höhe und Tiefe, über und unter welche der Ton nicht weiter empfunden werden kann.

§. 897. Was bey den Penduln die verschiedenen Schweren sind, das sind bey den Saiten die spannenden Gewichte. Und so wie ein Pendul geschwinder fällt, wenn die Schwere stärker darauf wirkt, so schwingt auch eine Saite bey gleicher Länge schneller, wenn sie stärker gespannt ist; da nun von der Geschwindigkeit ihrer Schwingungen die Höhe ihres Tones abhängt, so sieht man leicht ein, daß man bey Bestimmung der Tonhöhe der Saiten auch außer der Länge auf ihre Spannungen Rücksicht nehmen müsse. Bey sehr langen und dicken Saiten läßt sich diese Ungleichheit ihrer Schwingungen, wenn sie verschiedentlich gespannt sind, auch schon durchs Auge wahrnehmen. Die Span-

nun

sungen selbst kann man als ziehende Gewichte ansehen.

§. 898. Endlich kommt bey der Anzahl der Schwingungen, welche eine Saite in einer gegebenen Zeit macht, auch die Dicke derselben in Betracht, und sie widersteht der Bewegung um desto mehr, je mehr schwere Masse sie hat; sie muß sich also desto langsamer schwingen, und also einen tiefern Ton geben, je dicker sie ist, und umgekehrt, wenn auch die Längen und Spannungen gleich sind. Man hat folglich bey Bestimmung der Tonhöhe einer Saite 1) auf ihre Länge, 2) auf ihre Spannung, und 3) auf ihre Dicke zu sehen.

§. 899. Die Zahl der Schwingungen, welche ein paar Saiten von gleicher Dicke und gleicher Materie in einer gegebenen Zeit machen, verhält sich, wie die Quadratzahl des Bruches, wovon der Zähler das die Saiten spannende Gewicht, der Nenner aber die Länge derselben ist.

§. 900. Die Erfahrung bestätigt folgende aus dem Vorhergehenden fließende Sätze, bey Saiten von einerley Materie:

1) Bey gleich langen und gleich dicken, aber ungleich gespannten Saiten verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen, folglich ihre Tonhöhe, wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte oder Gewichte.

2) Bey gleich gespannten und gleich dicken, aber ungleich langen Saiten verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt wie ihre Längen.

3) Bey gleich langen und gleich gespannten Saiten, die ungleich dick sind, verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt, wie ihre Durchmesser. — Eine Saite von ungleicher Dicke giebt falsche oder vermischte Töne an.

Mit den klingenden Glocken und den Blasinstrumenten hat es keinesweges eine ähnliche Beschaffenheit, als mit den Saiten. Hr. Chladni hat in seinem oben (§. 379.) angeführten Werke die Gesetze der Schwingungen und der Tonhöhe bey Glocken, Ringen, Scheiben und Streifen zu bestimmen gesucht, die ganz anders ausfallen, als die hier angeführten Gesetze der Tonhöhe klingender Saiten.

§. 901. Ein Paar Saiten haben den Einklang, wenn sie gleich viel Schwingungen der Luft in einerley Zeit bewirken. Wenn aber die eine Saite bey gleicher Dicke und Spannung nur halb so lang ist, als die andere, oder noch einmal so viel Schwingungen macht, so giebt sie der Erfahrung zufolge die Oberoctave des Grundtons an, den die andere Saite angiebt. Wenn ihre Längen sich verhalten wie 2 : 3, oder wenn die kürzere $\frac{2}{3}$ der Länge der andern hat, und sie also drey Schwingungen in einerley Zeit gegen zwey Schwingungen derselben macht, so giebt diese kürzere die Quinte der längern an; sie ist die Quarte des Grundtons, wenn sie $\frac{3}{4}$ der Länge derjenigen Saite hat, welche diesen angiebt; die große Terze, wenn ihre Länge $\frac{4}{5}$; die kleine Terze, wenn sie $\frac{5}{6}$; die große Sexte, wenn sie $\frac{5}{3}$; die kleine Sexte, wenn sie $\frac{8}{5}$; die Oberduodecime oder die Oberoctav der Quinte, wenn sie $\frac{7}{3}$; die Oberduodecime-septime, oder die doppelte Octav der großen Terze, wenn sie $\frac{7}{4}$ von der Länge derjenigen Saite ist, welche den Grundton angiebt. Es läßt

sich

sich nach dem Angeführten leicht angeben, wie die Spannungen der Saiten seyn müssen, wenn sie gleich lang und dick sind, und die angeführten Töne angegeben sollen; oder auch, wenn sie gleich gespannt und gleich lang sind, wie ihre Dicke seyn müsse, wenn sie diese Töne angeben sollen.

Bestätigung durchs Tetrachord.

Sechster Abschnitt.

F e u e r.

§. 902.

Man pflegt das Wort Feuer in der Naturlehre in einer gar verschiedentlichen Bedeutung zu nehmen, und darunter entweder den Wärmestoff allein, oder auch eine Modification des Lichts, oder endlich den Zustand zu verstehen, wo sich beide Licht und Wärme zugleich unsern Sinnen zeigen. In dieser letztern Bedeutung nehmen wir es hier. Wir betrachten also hier den Zustand der Körper, worin sie zu gleicher Zeit erwärmen und erleuchten; und Feuer ist diesemnach die Verbindung des Lichts mit dem freyen Wärmestoff.

§. 903. Der freye Wärmestoff, der mit dem Lichte vereinigt ist, nimmt an der Natur des letztern dergestalt Antheil, daß er mit dem Lichte gebrochen, und mit dem Lichte reflectirt wird, durch durchsichtige Körper so schnell, wie das Licht selbst, mit durchgeheth, kurz alle die Erscheinungen befolgt, die oben von der Ausbreitung und Strahlung des Lichtes angeführt sind.

§. 904.

§. 904. Hierauf beruhet die Anwendung der ebenen Gläser zu Brenngläsern, der Hohlspiegel zu Brennspiegeln, und der Grund von der Benennung des Brennpunctes für den Vereinigungspunct der Lichtstrahlen.

Von der Einrichtung und Wirkung großer Brenngläser und Brennspiegel sehe man Gehler's phys. Wörterb. Th. I. S. 440. ff. und S. 453. ff.

§. 905. Man unterscheidet das Sonnenfeuer vom Küchenfeuer. Jenes ist das reinste; dieses enthält nicht nur mehr oder weniger andere fremdartige Theile, die zugleich mit entwickelt werden, sondern es ist auch die Verbindung zwischen dem Wärmestoff und dem Lichte dabei so innig, als im erstern. Ein Theil Wärmestoff des Küchenfeuers ist ohne Verbindung mit Licht, und daher kommt es, daß man durch eine Glastafel das Gesicht gegen die Gluth desselben eine Zeitlang schützen kann, was beim Sonnenfeuer nicht angeht. Die Stärke des Feuers beruhet auf der Dichtigkeit des dabei befindlichen Wärmestoffs.

§. 906. Das Küchenfeuer bringen wir durch das Verbrennen (combustio) der Körper hervor. Die Erfahrung lehrt aber, daß nicht alle Körper auf der Erde geschickt sind, Feuer hervorzubringen, oder, welches einerley ist, freyen Wärme- und Lichtstoff aus sich zu entwickeln. Diejenigen, welche dies Vermögen haben, heißen brennbare, entzündliche, verbrennliche Körper (corpora inflammabilia, combustibilia), deren Anzahl nicht gering ist.

§. 907. Da nicht alle Körper des Verbrennens fähig sind, oder nicht alle dazu dienen, Feuer, d. h. freyes

freies Licht und freie Wärme aus sich zu entwickeln, so war wol nichts natürlicher, als in den brennbaren Körpern etwas anzunehmen, was ihnen diese Fähigkeit ertheilt. Was dies Etwas aber sey, darsüber hat man gar verschiedene Meinungen von jeher gehegt; so wie auch darüber, wie es das Feuer hervorbringe. Jeder, wer nur einigermaßen Nachdenken braucht, wird einsehen, daß ein Oehl, eine Fettigkeit, oder einen Schwefel anzunehmen, wie die Alten thaten, gewiß nicht den zureichenden Grund des Verbrennens der Körper erklärt, sondern vielmehr noch immer die Frage unbeantwortet läßt: was trägt das Oehl, das Fettige, oder der Schwefel zur Entstehung des Feuers bey?

§. 908. Becher nahm zuerst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts ein eigenes Wesen an, welches die Ursach der Fähigkeit zum Brennen in den verbrennlichen Körpern wäre, und Stahl erläuterte den Begriff von diesem Wesen näher, und nannte es Phlogiston; brennbares Wesen, entzündlichen Grundstoff (phlogiston, principium inflammabile). Und da man freylich endlich bey einem solchen Wesen stehen bleiben mußte, so kam es, daß dies Stahlische Phlogiston Epoche machte, und von den mehresten Naturforschern angenommen wurde, bis man jetzt in Frankreich angefangen hat, es wieder zu verwerfen.

10. Ioach. Becheri *Physica subterranea*. Lips. 1703. 8.
Specimen becherianum, exhib. Geo. Ern. Stahl.
Lips. 1703. 8.

§. 909. Die Begriffe, die man sich von diesem Phlogiston machte, weichen sehr von einander ab.

Wald

Bald dachte man sich es in einer erdigten Form, und glaubte, daß es das Elementarfeuer, oder den Wärmestoff, oder Lichtmaterie gebunden enthielte; bald hielt man es bloß für reine gebundene Wärmematerie; bald in gewisse Zellen des Körpers eingeschlossen, nach deren Zerreißung es frey werde, und so Feuer hervorbringe; bald für einen mit den übrigen ungleichartigen Bestandtheilen der verbrennlichen Körper innigst und chemisch verbundenen und davon aufgelösten Bestandtheil.

§. 910. Erst in neuern Zeiten gab man mehr auf die Umstände genau Acht, die bey dem Verbrennen der verbrennlichen Körper und also bey der Entwicklung des Feuers aus denselben zugegen sind; auf den Einfluß, den die Luft dabey hat; auf die Veränderungen, die sie dabey erleidet; und die Entdeckungen über die verschiedenen Luftarten hatten auch nothwendig neue Meinungen und Erklärungsarten über die Entstehung des Feuers zur Folge. Wir wollen zu dem Ende diese bey der Entwicklung des Feuers erforderliche Bedingungen, und die Erscheinungen, die sich dabey zeigen, selbst betrachten, und uns dann bemühen, die Ursachen davon aufzusuchen, und aus diesen Erscheinungen selbst die Natur des brennbaren Wesens zu erforschen.

§. 911. 1) Zur Entzündung eines jeden verbrennlichen Körpers ist eine vorhergehende Erhitzung nöthig, die nach der verschiedenen Natur derselben größer oder geringer seyn muß, und entweder durch Aussetzung des Körpers in diese höhere Temperatur, oder auch wol durch Reiben erhalten wird.

Durch das Aneinanderschlagen des Stahles und Feuersteines entstehen Funken.

Er

Eisen wird durch anhaltendes Hämmern im Dunkeln glühend.

Phosphorus wird durch Reiben entzündet.

Holz wird durch starkes Reiben entzündet.

Phosphorus entzündet sich von selbst in einer Schale, die 90° F. heiß ist.

Schwefel entzündet sich von selbst, wenn man ihn auf fließendes Blei trägt.

§. 912. 2) Zur Entzündung verbrennlicher Körper ist der Zugang der respirablen Luft schlechterdings nothwendig.

Dies beweisen die oben angeführten irrespirablen Luftarten; — und die Phlogistisirung der reinen Luft.

§. 913. 3) Das Verbrennen geschieht um desto lebhafter, je reiner die Luft ist, und je mehr ihr Zugang befördert wird.

Das Löthrohr. — Durchs Blasen mit dem Munde oder durch atmosphärische Luft wird durch dasselbe die Flamme und Hitze eines Lichtes verstärkt; am meisten durch dephlogistisirte Luft.

Von den verschiedenen Einrichtungen des Löthrohrs, um dephlogistisirte Luft dadurch auf brennende Körper strömen zu lassen.

Durch Blasebälge wird die Gluth des Brennmateriats in den Oefen verstärkt.

Eben dies geschieht durch vermehrten Luftzug in den Windböfen.

Andere Bestätigungen dieses Satzes geben die oben von der dephlogistisirten Luft (§. 860.) angeführten Versuche.

§. 914. 4) In einer bestimmten Menge von Luft kann nur eine gewisse Menge des verbrennlichen Körpers verbrennen, und zwar um desto mehr vom Legtern, je reiner die Luft ist.

In einem eingeschlossenen Raume von Luft verlöschen Kerzen, brennende Kohlen, brennender Phosphorus u. s. w. endlich von selbst, wenn sie in hinreichender

Mens

Menge da sind, und der Zugang frischer Luft vermindert wird.

Ein Gran Harnphosphorus erfordert zu seinem völligen Verbrennen 12 parisiſche Cubiſoll gewöhnlicher atmosphäriſcher Luft.

In einem eingekloſſenen Raume von Luft kann nur eine beſtimmte Menge von Blei, Zinn, Eiſen u. d. gl. verſalkt werden.

§. 915. 5) Die Luft, worin ein Körper brennt, nimmt an Umfang und an abſolutem Gewichte ab, und zwar um deſto mehr, je reiner ſie iſt, oder, welches einerley, je länger das Verbrennen darin unterhalten werden kann. Der Rückſtand iſt allemal in Sticgas verwandelt.

Durch einen Gran Phosphorus wird die atmosphäriſche Luft um drey Cubiſolle vermindert, wenn er darin verbrennt.

Acht Cubiſolle dephlogiſtirter Luft werden durch brennenden Phosphorus bis auf $\frac{1}{2}$ Cubiſolle gebracht.

Eben ſo wird auch die Luft durch verſalkende Metalle und andere phlogiſtiſche Proceſſe vermindert.

§. 916. 6) Das abſolute Gewicht der verbrannten Körper nimmt, wenn ſie beym Verbrennen nur ſonſt nichts Flächtigee, keinen Dampf oder Rauch, entwickeln, im Rückſtande nahe ſo viel zu, als die Luft, darin ſie verbrennen, daran abnimmt.

Ein Gran Phosphorus nimmt beym Verbrennen um etwas $\frac{1}{2}$ Gran zu.

Das verſalkende Blei und Zinn um 10 Procent.

§. 917. Es würde außer meinem Zweck ſeyn, mich hier in eine Geſchichte der verſchiedenen Meinungen über dieſe Umſtände des Verbrennens einzulaſſen. Ich gehe daher gleich zu der Theorie über, die ich davon entworfen habe. Ich halte die verbrennlichen Körper ſelbſt für die Quelle des Feuers bey

beim Verbrennen, und nicht die reine Luft, die dazu nur Bedingung ist. Ich nenne das Wesen, das den entzündlichen Körpern die Fähigkeit zum Brennen ertheilt, nach Stahl, Phlogiston, oder Brennstoff, und halte es mit ihm für gebundenes Feuer. Wir wissen aus den oben (§. 648 — 650.) beim Licht angeführten Thatsachen, daß eine unzählige Menge von Körpern das Vermögen besitzen, Licht einzusaugen; eben so wissen wir auch aus den beim Wärmestoff angeführten Erfahrungen, daß auch dieser fähig ist, von den Körpern so aufgenommen zu werden, daß er seine Strahlung verliert; warum sollten also alle Körper in der Natur, außer die reine Luft, unfähig seyn, gebundenes Feuer, d. i. gebundenen Licht- und Wärmestoff zu enthalten? Wird nun ein entzündlicher Körper, d. i., ein solcher, der gebundenes Feuer enthält, hinlänglich erhitzt, so wird die Affinität zwischen seinen Theilen und dem davon gebundenen Brennstoff schwächer; kommt jetzt die respirable Luft hinzu, so wird durch ihre starke Anziehung zum Brennstoff dieser völlig getrennt. Da aber die Luft das Phlogiston nicht sogleich und plötzlich, und in dem Maße wieder binden kann, als es aus dem Körper frey wird, so wird ein größerer oder geringerer Theil davon zum freyen Feuer, und bildet das Verbrennen. Vermöge der dadurch entstehenden Erzeugung dauert nun so beim gehörigen Zugang der Luft das Verbrennen des Körpers bis zu seiner gänzlichen Zerstörung fort. Je reiner die Luft ist, um desto stärker ist die Anziehung zum Brennstoff, um desto mehr entwickelt sie auf einmal, um desto lebhafter ist also auch der Act des Verbrennens. Da die respirable Luft endlich durch die Sättigung mit dem Brennstoff

zum

zum Stickgas wird, so kann auch nur eine bestimmte Menge des verbrennlichen Körpers in einer bestimmten Menge von Luft verbrennen. Da in denjenigen Theilen des verbrennlichen Körpers, die das Feuer gebunden enthielten, die Schwerkraft derselben ebenso durch das Licht und den Wärmestoff aufgehoben war, als in diesen die Expansivkraft; so muß nach Abscheidung des Brennstoffs der dephlogaistisirte Rückstand mehr wiegen, als er vor dem Verbrennen wog, wie aus der oben (§. 344.) im Allgemeinen gegebenen Erklärung folgt. Die Luft, die mit mehrerm Brennstoff beladen endlich zum Stickgas wird, muß dadurch eben so in ihrem Gewicht vermindert werden, als der dephlogaistisirte Rückstand daran zugenommen hat. Wird nun das Gewicht der eingeschlossenen Luft vermindert, ohne daß ihre Elasticität vermehrt wird, so ist es ja eben so gut, als ob ein Theil der Luft weggenommen worden wäre, und der Druck der äußern Luft muß sie natürlich in den kleinern Raum bringen. So erklären sich also hienach alle Umstände des Verbrennens leicht und ungezwungen.

§. 918. Nach Hrn. Lavoisier ist bloß die Lebensluft (*gas oxygène*) die Quelle des Feuers bey dem Verbrennen der Körper. Ein verbrennlicher Körper ist nach ihm ein solcher, der bey einer gewissen Temperatur das Vermögen besitzt, das Oxygen des *Gas oxygène* stärker anzuziehen, als dasselbe vom Wärmestoffe im *Gas oxygène* angezogen wird. Dadurch wird das letztere zersetzt, sein vorher gebundener Wärmestoff wird frey, und bringt dadurch eben das Feuer des Verbrennens zuwege. Der verbrennliche Körper wird durch die Aufnahme des Oxygens in seiner Natur geändert; oft eine

Säu

Säure; und ist dadurch im Gewicht vermehrt. Ist Stickgas in der zum Verbrennen angewandten respirablen Luft zugegen gewesen, so bleibt dies zurück.

Kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers, dessen Wirkungen und verschiedenen Verbindungen, von W. A. E. Lampadius. Göttingen 1793. 8.

§. 919. Wenn das Phlogiston in einem Körper so lose gebunden ist, daß es keiner äußern Erhitzung bedarf, damit die respirable Luft es frey mache, so geht dasselbe unzerlegt, oder ohne Feuer zu bilden, an die Luft über, und phlogistisirt sie.

Beispiele geben: das Athmen der Thiere, das Verwittern der Schwefelleber, die Phlogistisirung der Luft durch Salpeterluft, das Rosten des Eisens an der Luft, und anderer Metalle.

§. 920. Der Erfahrung zufolge verbrennen die entzündlichen Körper entweder mit Flamme, oder mit bloßem Glühen. Bey jener erhebt sich auch zugleich ein Rauch, und dieser Rauch überzieht die Körper, an welche er schlägt, und an welchen er abgekühlt wird, mit dem Ruffe (fuligo).

§. 921. Die chemische Zergliederung zeigt, daß alle die Körper, welche mit Flamme verbrennen, flüchtige Theile haben, welche durch die Hitze in Dämpfe verwandelt werden können, die, wenn sie feste Theile waren, sich dann nach dem Abkühlen auch als feste Theile absetzen, und den Ruß bilden. Die Flamme des brennenden Körpers ist solchergestalt der brennende Rauch oder Dampf desselben. Bey der Erhitzung werden nemlich seine flüchtigen entzündbaren Theile entwickelt, und sie entzünden sich erst bey ihrer Verflüchtigung, wenn sie den nothigen Grad der Erhitzung haben. Wenn in diesen

sich

sch verflüchtigenden Theilen nicht alles Phlogiston frey gemacht, und zum Feuer-entwickelt wird, so ist auch der Ruß, den sie absetzen, noch entzündbar, wenigstens phlogistisch; und dies geschieht, wenn sie nicht die dazu nöthige Wärme empfangen, oder behalten, oder die Luft nicht genug Zugang hat.

Argand's Lampe.

§. 922. Höchst verschiedene Dinge können also in den brennenden Körpern die Flamme ausmachen, je nachdem der Körper ist, welcher verbrennt. Eben diese mannigfaltigen Bestandtheile, welche aus den brennenden Körpern in der Hitze entwickelt werden, und erst bey ihrer Verflüchtigung brennen, verursachen auch die so außerordentliche Verschiedenheit in der Farbe der Flamme.

Weingeist verbrennt mit einer bläulichen Flamme;

Zink mit einer blendenden weißlichgelblichen;

Kupfer mit einer grünen;

Papier in die Auflösung der salpetersauren Kalkerde getaucht und getrocknet, mit einer grünen;

Sedativsalz und Weingeist mit einer grünen.

Ein Gemenge aus einem Theile Salmiak, zwey Theilen Grünspan, und zwey Theilen weißen Pech, verbrennt mit einer schöngrünen Flamme.

Ein anderes aus einem Theile gebrannten Kupfervitriol, einem halben Theile Salmiak, und einem Theile weißen Pech, brennt mit einer blauen Flamme.

§. 923. Die Flamme ist folglich nichts weniger, als reines Feuer, d. h. bloßer Wärme- und Lichtstoff. Reiner ist das Glühfeuer (§. 920.), welches aus solchen entzündlichen Körpern entsteht, die bey dem Verbrennen nichts Flüchtiges weiter entwickeln, was einen sichtbaren Rauch bewirken könnte. Unverbrennliche Körper, z. B. Steine, können zwar durch andere brennende Körper dahin gebracht werden, daß
 sie

sie ebenfalls glühen; allein dies ist nur ein mitgetheiltes, kein eigenthümliches Glühen, von welchem hier die Rede ist.

§. 924. Wenn Materien zusammen vermische werden, die bey ihrer Einwirkung auf einander Warmematerie entwickeln und frey machen, und entzündliche Stoffe dabey sind, so kann dadurch bey'm Zugang der freyen Luft allerdings Selbstentzündung bewirkt werden.

Hieher gehöret die Entzündung der Oehle durch rauchenden Salpetergeist, und die des rauchenden Vitriolöls mit gebrannter Bittersalzerde.

M. f. m. Handb. der Chem. Th. I. §. 365. §. 689.

§. 925. Wenn aber auch in entzündlichen Gemischen durch die Veränderung ihrer Mischung bey'm Ruhiqstehen oder auch an der respirablen Luft Warmestoff entwickelt wird, so können sie dadurch ebenfalls in Selbstentzündung gerathen.

Beispiele geben: die Selbstentzündung der Schwefelkiese, des Kupfersalpeters mit Stanniol, des Hanfes mit Leinöhl und Kienruß, der gerösteten Kockenklee, des gerösteten Eickorientaffees, und mehrerer dergleichen Dinge, die wegen der dadurch entstehenden Feuersgefahr die Aufmerksamkeit der Polizen insbesondere verdienen.

Ich empfehle hiernüber zum Nachlesen: Beytrag zur Geschichte der Selbstentzündungen und der sogenannte Luftzündler, vom Hr. B. R. Buchholz; in Crells Chem. Annalen J. 1784. B. I. S. 411. ff. u. 483. ff.

§. 926. Hieher gehöret auch der merkwürdige Hombergische Pyrophorus oder Luftzündler, der sich bey Berührung der Luft, zumal wenn diese feucht ist, von selbst entzündet. Zu seiner Verfertigung nimmt man fünf Theile gebrannten Alaun, und einen Theil feinen Kohlenstaub; man vermengt bei-

des

des sehr genau mit einander durch Reiben, schüttet das Pulver in eine kleine irdene Flasche, stellt sie in einem Ziegel in Sand, und erhitzt alles zwischen Kohlen stufenweise. Es steigen schweflichte Dünste aus der Mündung der Flasche, die sich endlich entzündeten, und eine blaue Flamme bilden. Man erhält das Pulver in der Flasche so lange im Glühen, bis die blaue Flamme an der Mündung ganz verschwunden ist. Man verstopft nun die Flasche genau, und läßt alles allmählich erkalten. Die wesentlichen Bestandtheile dieses Pyrophors sind alkalische Schwefelleber und kohlichte Substanz. Durch die Dazwischenkunft des Laugensalzes ist das Brennbare des Schwefels desselben, wie in jeder Schwefelleber, in einem lockern Zusammenhange mit der Vitriolsäure; durch die nachher hinzutretende Feuchtigkeit der Luft wird dieser endlich so schwach, daß durch die Anziehung der reinen Luft, und durch die bey der Einsaugung des Wägrigten vom Laugensalze sich entwickelnde Erhitzung, das Phlogiston entbunden und zum Feuer wird.

§. 927. Das Verbrennen mancher Körper kann so schwach seyn, daß wir nicht die dabey sich entwickelnde Wärme, sondern nur im Dunkeln das Leuchten wahrnehmen.

Hierher gehören eben die oben (§. 652.) angeführten Leuchtsteine oder Lichtträger.

§. 928. Wenn bey dem Verbrennen eines entzündlichen Körpers oder Gemisches zugleich auch durch die damit verknüpfte Erhitzung luftförmige Stoffe erzeugt werden, die plöglich und schnell hervorbrechen, so ist die Entzündung mit einem Geräusche oder mit einem Knall vergesellschaftet.

- Beispiele geben: das Verpuffen (Detonatio) des Salpeters und der salpetersauren Salze überhaupt, mit entzündlichen Substanzen; das Schießpulver, das Knallpulver, das Knallgold, das Knallsilber.
- Von der Zusammensetzung des Schießpulvers und der Einwirkung seiner Bestandtheile bey der Entzündung, s. mein Handb. d. Chem. Th. I. S. 895. ff.; von den Ursachen seiner Gewalt bey der Entzündung, s. Ingenhousz verm. Schr. B. I. S. 393.
- Vom Knallpulver s. mein Handb. der Chem. B. I. S. 901, 909.

Siebenter Abschnitt.

Electrische Materie.

§. 929.

Wenn man eine trockene Glasröhre, oder ein Stück Orangenschwefel, oder Bernstein, oder eine Stange Gießellack mit einem Stück Flanell reibt, so findet man, daß leichte und kleine Stückchen Papier, Eisenfett, Goldblättchen, kleine Korkkügelchen, u. d. gl. von diesen geriebenen Körpern erst angezogen, hernach aber wieder zurückgestoßen werden. Ist die Glasröhre von hinlänglicher Größe, und lange und stark genug gerieben worden, z. B. dadurch, daß sie durch eine Maschine schnell zum Umdrehen gebracht wird, und sich dabey an einem ledernen Rüssen reiben muß, so macht sie, wenn man das Gesicht etwas nahe daran hält, die Empfindung, als wenn Spinneweben übers Gesicht gezogen würden. Man spürt einen süßlichen Geruch, fast wie nach Phosphorus; und nähert man ihr den Knöchel eines Fingers, so bricht ein leuchtender Funke mit einem Geräusch hervor, der zu gleicher Zeit in dem Finger ein Stechen verursacht.

21

§. 930

§. 930. Diese Wirkungen einer noch nicht recht bekannten Ursach, nennt man electricische Erscheinungen (*phaenomena electrica*), und den Zustand der Körper, worin sich diese Erscheinungen zeigen, Electricität (*electricitas*), womit man aber auch manchmal die Ursach selbst, die wie unterdessen electricische Materie nennen wollen, bezeichnet. Electrifizirt heißt ein Körper, der in den Zustand gebracht worden ist, daß er die angeführten Erscheinungen zeigt; electricisch aber derjenige, welcher dieses Zustandes fähig ist.

§. 931. Wenn man den hinlänglich electrifizirten Glaszylinder oder die Glasröhre oder Siegellackstange einem starken metallenen, gehörig abgerundeten und ohne scharfe Spizen und Ränder sitzenden Dräthe, das an seidenen Schnüren aufgehängt ist, oder auf gläsernen Füßen ruhet, nähert, so bricht auch ein Funken hervor, wenn beide nahe genug kommen, und das Metalldrath zeigt nun electricische Erscheinungen, oder ist electrifizirt. Eben so wird auch das Metalldrath electrifizirt, wenn es sonst in unmittelbarer Berührung mit der geriebenen Glasröhre, und den geriebenen Stellen nahe genug ist.

§. 932. Nimmt man statt des Metalldraths das zu eine andere Glasröhre, eine Siegellackstange, oder ein seidenes Band, so erfolgt kein Funken bey der Annäherung, und diese werden nicht electrifizirt; so wird aber auch das Metalldrath nicht zur Electricität gebracht, wenn es mit den geriebenen Stellen der Glasröhre durch eine seidene Schnur verbunden ist.

§. 933. Ferner zeigt auch das Metalldrath nach dem Ausbruche des Funkens von der geriebenen electricis

~~Reiben~~ Glasröhre keine Electricität, wenn dasselbe eine Person in der Hand hält, die auf der Erde steht, oder wenn es sonst mit der Erde in Berührung ist, oder in einer Mauer steckt.

§. 934. Wenn eine metallene Röhre auf eine ähnliche Art, wie eine Glasröhre (§. 929.) gerieben wird, während daß man sie in der andern Hand hält, so giebt sie keine Spur von den electrischen Erscheinungen.

§. 935. Diese Erfahrungen (§. 931 — 934.) führen auf die Schlussfolge, daß das Metall, die Erde, der Mensch die electrische Materie, von welcher die electrischen Erscheinungen abhängen, leiten, oder sogleich auf ihrer Oberfläche oder durch ihre Substanzen weiter verbreiten; die Seide, das Glas, das Siegellack aber dieselbe nicht leiten, oder fortführen, oder durch sich sogleich durchlassen.

§. 936. Man hat hiernach alle bekannte Körper in Leiter (conductores) und Nichtleiter (non conductores) eingetheilt. Und weil die ersten durchs Reiben nach der gewöhnlichen Art nicht electrifirt werden können, sondern wegen ihrer Leitung die durchs Reiben erregte Electricität abführen, so hat man sie auch unelectrische (corpora anelectrica), die letztern aber, welche durchs Reiben stark und merklich electrifirt werden, eigentlich electrische, an sich electrische Körper (corpora electrica) genannt.

§. 937. Allein diese Eintheilung in electrische und unelectrische Körper ist nicht ganz genau und richtig; denn es können allerdings auch Metalle für

sich durch Reiben electrifirt werden, wenn man nur die Ableitung der erregten Electricität verhütet. Es laufen auch die Gränzen der sogenannten electrischen und unelectrischen Körper so in einander, daß wir weder einen vollkommen electrischen Körper, der die electrische Materie gar nicht durch seine Substanz verbreitete, noch einen vollkommenen Leiter, in welchem die Electricität auf keine Art erregt werden könnte, kennen. Jeder electrische Körper ist vielmehr ein mehr oder weniger unvollständiger Leiter, und jeder Leiter ein mehr oder weniger unvollständiger electrischer Körper. Viele electrische Körper werden unter gewissen, oft zufälligen Umständen, zu Leitern; und manche Körper sind eben so unvollständige Leiter als Nichtleiter. Man nennt diese Halbleiter, z. B. trockene Marmorplatten, trockenes nicht gewärmtes Holz.

§. 938. Um indessen doch diejenigen Körper, in welchen, wie z. B. in dem Glase, die Electricität leicht und merklich durch Reiben an andern schicklichen Körpern erregt werden kann, und welche die erregte Electricität nicht sogleich fortführen, und durch ihre Substanz nur mit Schwierigkeit verbreiten, von den andern zu unterscheiden, in denen das Gegentheil geschieht, so mögen die Benennungen der Nichtleiter für die ersten, und der Leiter für die letztern dienen, und wir werden dieselben auch in diesem Sinne brauchen.

§. 939. Zu diesen Nichtleitern, oder electrischen Körpern, gehören besonders: das Glas, und die mehren Theile Verglasungen, Bergkry stall, alle Edelgesteine, der Turmalin, russisches Glas; alle Harze:

des

Besonders Copal, Colophonium, Pech, Gummiack; Federharz; die festen Erdharze: Bernstein, Asphalt, Steinkohlen- der Schwefel; Wachs; die Seide; trockne Baumwolle; Federn; Wolle; Haare; trocknes Elfenbein; die milden und ätherischen Öhle; gedörrtes und sehr trockenes Holz; die recht dephlogistisirten metallischen Kalke; und endlich die Luft, wenn sie nicht feucht ist.

§. 940. Zu den Leitern müssen besonders gerechnet werden: alle regulinische Metalle; das Wasser, der Nebel; der Rauch; alle wäßrige Säfte der Pflanzen und Thiere, und ihre weichen Theile; thierische und vegetabilische Kohlen; alle Salzaufösungen; Weingeist; Aether; feuchtes Holz; feuchte Luft; und vorzüglich unsere Erde. Glühendes Glas ist ebenfalls ein Leiter, so wie auch geschmolzenes Harz, heiße Luft, sehr erhitztes gedörrtes Holz, da diese Körper sonst unter andern Umständen Nichtleiter sind.

§. 941. Um die Nichtleiter zu electrificiren, d. h. sie in den Zustand zu versetzen, daß sie die electricchen Erscheinungen zeigen, dient vorzüglich das Reiben mit verschiedenen Materien, von denen wir gleich reden werden; und da sich die electricche Materie in diesen Nichtleitern nicht sogleich vertheilt, wie in den Leitern, so zeigen sie jetzt Electricität. Sie heißen daher auch ursprünglich electricche Körper (*corpora idioelectrica*). Wenn man aber einen Leiter durch andere Nichtleiter von andern leitenden Materien absondert, oder, wie man sagt, isolirt, z. B. dadurch, daß man ihn an seidenen Schnüren aufhängt, oder auf Glas, oder auf Harz u. d. gl. stützt,

stätt, (wie in dem Versuche §. 931.), und dann so dem hinlänglich electrifirten Nichtleiter nähert, oder damit in Berührung bringt, so wird er dadurch ebenfalls electrifirt. Man sagt in diesem Falle, die Electricität des Nichtleiters gehe an den Leiter über; oder theile sich ihm mit; man nennt diese Electricität des Leiters eine mitgetheilte (*electricitas communicata, derivativa*), und unterscheidet sie von jener ursprünglichen der Nichtleiter (*el. originaria*). Die Leiter heißen deswegen auch *sympetreelectrische Körper*.

Außer dem Reiben wird die Electricität verschiedener Nichtleiter auch noch erregt durchs Schmelzen und Abkühlen; beim Turmalin und einigen andern Steinarten durchs Erwärmen und Abkühlen; auch durch Verdunstung.

§. 942. Da die Nichtleiter die mitgetheilte Electricität des mit ihnen verbundenen, oder durch sie isolirten, Leiters nicht sogleich abführen, so zeigen sie jetzt die electrischen Erscheinungen. Da die trockene Luft ein Nichtleiter ist, so kann der zu electrifirende Körper darin isolirt werden; und wir wüßten, wenn sie es nicht wäre, gar keine mitgetheilte Electricität darin hervorbringen. Feuchte und erwärmte Luft aber leitet, und daher gehen bei feuchtem Wetter die electrischen Versuche nicht so gut von statten, als bei trockenem; und in Zimmern, worin viele Personen sind, schlecht oder gar nicht. Uebershaupt ist die atmosphärische Luft, weil sie nie von leitenden Stoffen frey ist, ein ziemlich unvollkommener Leiter.

§. 943. Wenn man einen isolirten electrifirten Leiter mit einem andern, nicht isolirten, Leiter berührt,

so verliert jener seine Electricität ganz und auf einmal; ein ursprünglich electrificirter Nichtleiter verliert seine Electricität nur durch wiederholtes Berühren, und der allmähliche Verlust seiner Electricität trifft jedesmal nur die berührte Stelle.

§. 944. Ein Nichtleiter entzieht dem isolirten electrificirten Körper wenig oder nichts; und um ihn durch Mittheilung zu electrificiren, muß man ihn an mehreren Stellen berühren, und doch nimmt er die Electricität nur mit Schwierigkeit an.

§. 945. Die Mittheilung der Electricität unter isolirte Leiter von einerley Materie richtet sich der Erfahrung zufolge nicht nach ihren Massen, sondern nach ihren Oberflächen und der Ausdehnung in die Länge.

§. 946. Durch die Mittheilung werden die isolirten Leiter electrificirt, nicht nur wenn sie mit electrificirten Körpern in unmittelbarer Berührung sind, sondern auch dann, wenn sie ihnen auf eine gewisse Weite genähert werden. Ist das genäherte Ende des Leiters stumpf, oder abgerundet, so entsteht ein Funken, wenn er dem electrificirten Körper nahe genug kommt, der nach der verschiedenen Stärke der Electricität mit einem größern oder geringern Geräusche oder Knalle sichtbar hervorbricht. Die Weite, in welcher dies geschieht, heißt die Schlagweite, und sie ist desto größer, je stärker die Electricität des electrificirten Körpers ist. Wenn der electrificirte Körper ein Nichtleiter ist, so ist der Funke nur schwach, und die Schlagweite nicht so groß, als bey einem electrificirten, isolirten Leiter. Ist in diesem Falle der Leiter, mit welchem man den Funken herauslockt,

iso

isolirt, so vertheilt sich die Electricität nach Inhalt ihrer Oberfläche; ist er aber nicht isolirt, so zeigen beide nach dem Ausbruche des Funkens keine Electricität.

§. 947. Wenn das genäherte Ende des Leiters zugespitzt ist, so geschieht der Uebergang der Electricität durch ein Ueberströmen, das bey schwachen Electricitäten wenigstens im Dunkeln entweder in Gestalt eines Lichtpunctes oder eines Feuerbüschels erscheint. Die Weite, in welcher hier der Uebergang der Electricität geschieht, ist weit beträchtlicher, als bey der Mittheilung durch Funken, und kann sich bey starken Electricitäten auf eine sehr beträchtliche Weite erstrecken. Bey nicht zu schwachen Electricitäten ist dies Ueberströmen durch Spizen mit einem merklichen Geräusch begleitet.

§. 948. Eben so leicht, als die electriche Materie in Leiter durch Spizen derselben überströmt, so leicht strömt sie durch dieselben auch wieder den isolirten Leitern aus, und ein electrisirter isolirter Leiter, der mit Spizen versehen ist, verliert seine Electricität sehr bald, und viel früher, als ein abgerundeter.

§. 949. Bey dem Ausströmen der Electricität aus den Spizen eines isolirten Leiters nimmt man auch zugleich durchs Gefühl eine Bewegung wahr, wie ein Blasen, das aber allezeit von der Spitze ausgeht.

§. 950. So verhindert auch einseitende una isolirte Spitze, die man in der Nähe eines isolirten Leiters hält, die Anhäufung der in dem letzten zuges
führe

föhreten Electricität, und föhrt diese schnell und stark ab.

§. 951. Alle diese bisher vorgetragene Erfahrungsfäge und mehrere andere, lassen sich am besten an der eigentlichen Electrificationsmaschine (machina electrica) durch Versuche zeigen. Die wesentlichen Theile derselben sind 1) der electrische Körper, der durch eine bequeme Vorrichtung zu einem schnellen Umdrehen gebracht, und in welchem durchs Reiben die Electricität leicht erregt wird; 2) das Reibzeug selbst, und 3) der isolirte Leiter, den man auch wol den Hauptleiter, den ersten Leiter, oder schlechtweg den Conductor nennt, und dem die in dem electrischen Körper durchs Reiben entwickelte Electricität angeführt wird. Es ist deswegen nöthig, daß man aus ihm starke Funken oder starke Uebergänge der Electricität erhalte, weil diese aus dem geriebenen Nichtleiter nur allemal schwach sind (§. 946.).

§. 952. Da es mancherley electrische Körper giebt, in welchen die Electricität durch Reiben erregt werden kann (§. 939.), so hat man auch mehrere davon zu den Reibern der Electrificationsmaschinen vorgeschlagen; am bequemsten schickten sich aber doch dazu weißes, nicht zu alkalisches, Glas, dem man bald die Gestalt eines Sphäroides, bald eines Cylinders (Cylindermaschinen), bald der Scheiben (Scheibenmaschinen) gegeben. Der Unterschied der von verschiedenen Schriftstellern und Künstlern vorgeschlagenen und erfundenen Electrificationsmaschinen, beruhet theils auf der Verschiedenheit der Materie des electrischen Reibers, theils auf der bequemern Form

Form desselben, theils auf der Art und Weise das Reibzeug anzubringen; theils auf dem Mechanismus, den electricischen Körper in Bewegung zu setzen. Die von Herrn Cavallo beschriebene Glascylindermaschine empfiehlt sich durch ihre Einfachheit und Bequemlichkeit, und man kann mit derselben und dem übrigen gehörigen electricischen Apparat alle nöthige Versuche anstellen. Ihre etwas geänderte Einrichtung wird durch ihre Zerlegung in den Vorlesungen selbst gezeigt.

Vollständige Abhandlung der theoretischen und practischen Lehre von der Electricität, nebst eigenen Versuchen von Tiberius Cavallo, a. d. Engl. 2. Aufl. Leipz. 1783. 8. S. 119. ff.

Von den vielen vorgeschlagenen, zum Theil wieder obsolet gewordenen Electrirmaschinen erwähne ich nur hier der gebräuchlichsten und merkwürdigsten:

- 1) Ingenhoufs Glasscheibenmaschine.

Ingenhoufs vermischte Schriften B. I. S. 172. ff.
Schmidt Beschreibung einer Electrirmaschine und deren Gebrauch. Jena 1773. 4.

- 2) Cuthbertsons Maschine mit doppelten Glasscheiben.

John Cuthbertsons Abhandlung von der Electricität, nebst einer genauen Beschreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Versuche, a. d. Holl. Leipz. 1786. 8. S. 15. f. und S. 99.

- 3) Die von Cuthbertson verfertigte große Maschine mit doppelten Glasscheiben im Teylerischen Museum zu Haarlem.

Beschreibung einer ungemein großen Electrirmaschine, und der damit im Teylerischen Museum zu Haarlem angestellten Versuche, durch Martius van Marum, a. d. Holländischen. Leipz. 1786. 4. Erste Fortsetzung. a. d. Holl. Leipz. 1788. 4.

- 4) Van Marums Glasscheibenmaschine.

Beschreibung einer neuen, einfachen, und vortheilhaften Electrirmaschine, von Hr. v. Marum; im Journ. d. Phys. B. IV. S. 3. ff.

- 5) Hrn. Legationsraths Lichtenbergs Electrirmaschine aus schwarzem, glatten, wollenen Zeuge, das sich an Katzenellen reibt.

Lichtenbergs Magazin für das Neue aus der Phys. B. I. St. 1. S. 83. ff.

Die Glasbügel oder Glaszylinder, die man zu den Electrisirmaschinen wählt, werden mit ihren Hälsen in eine messingene oder auch in eine hölzerne Haube oder Büchse, mit einem Kutt aus gleichen Theilen Pech und Wachs, und einem halben Theile rothen Ocker gefüllt. Die metallene Achse darf nicht durch sie hindurchgehen, weil dies sonst zu viel Leitung bewirkt. Die innere Seite dieser gläsernen Bügel oder Cylinders überzieht man auch wol mit einem Gemische aus einem Theile Terpenthin, zwey Theilen Colophonium, einem Theile Wachs und einem Theile Pech, das man über dem Feuer hat zergehen lassen. Um der durch Erwärmung in den Cylindern bey dem Reiben ausgedehnten Luft einen Ausgang zu verschaffen, ist es rathsam in einer Haube desselben eine Oeffnung anzubringen.

§. 953. Zum Reibzeuge bey den Glasmaschinen nahm man sonst lederne Rüssen, die man mit Haaren stopfte. D. Nooth hat bey den gläsernen Cylindermaschinen mit mehrerm Vortheil ein dünnes mit Pferdehaaren ausgestopfted seidenes Rüssen vorgeschlagen, das mit der einen Seite an ein, nach der Krümmung des Cylinders eingerichtetes, hölzernes Gestelle befestigt, und mit einem hieran befestigten und mit einem Zinkamalgama und etwas Fett besetzten Leder nur bedeckt ist, an dessen andern Ende sich ein Stück Wachsstaffet befindet, der einen Theil des Cylinders umgiebt. Um das Rüssen bequem an den Cylinders zu drücken, dienen Stahlfedern, oder noch besser seidene Schnüre, die an dem andern freyen Ende des Rüssens befestigt, über den Cylinders gezogen, und an einem bequemen Orte des Tisches, worauf die Maschine steht, hinlänglich angespannt werden. Bequem ist es, wenn man das Reibzeug auch isoliren kann, und dies geschieht am besten dadurch, daß man das Brett, worauf das Rüssen ruhet, auf eine hinlänglich starke gläserne Säule setzt, die man auch wol noch mit Pech oder Siegelack ausgießt und über

überzieht. Um diese Isolirung aufzuheben, hängt man an das Feder des Rüssens ein Metalldrath, das bis auf die Erde reicht.

Cavallo a. a. D. S. 106. f.

Das Zinkamalgama besteht aus 4 Theilen Zink, und 1 Theil Quecksilber. Man schmelzt den erstern, und gießt dann das Quecksilber dazu, entfernt das Gefäß vom Feuer, und rührt alles wohl um. Von diesem Amalgama reibt man etwas in einem steinernen Mörtel recht fein, und mit etwas Unschlitt zusammen, und streicht es auf das Leder auf. So oft das Amalgama auf dem Leder fest und trocken wird, muß man es entweder auffraßen, oder neues auftragen.

§. 954. Der erste Leiter oder Conductor der Maschine (§. 951.) ist ein blecherner Cylinder, der an dem einen, dem electrischen Reiber zugekehrten Ende mit mehrern Spizen, dem Zuleiter, versehen, sonst aber, um das Ausströmen der Electricität aus ihm zu verhüten, allenthalben aufs genaueste abgerundet, und ohne scharfe Ecken und Kanten seyn muß. Man befestigt an dem hintern und äußersten Ende desselben auch wol noch eine messingene Kugel, und überzieht das übrige, den Zuleiter ausgenommen, mit Firniß oder Siegellack. Dieser erste Leiter muß nothwendig isolirt seyn, wenn er electrifizirt werden soll, und man stellt ihn deswegen mit den unten an ihm befestigten metallenen Säulen, die wohl abgerundet seyn müssen, auf hinlänglich lange und starke Glasfüße, die man auch noch mit einem Firniß überzieht, und mit Pech ausgießt. Nicht so sicher und fest hängen ihn manche an seidenen Schnüren auf. Große Leiter macht man auch wol von Holz oder Pappe, die man mit Zinnfolie überzieht.

§. 955. Die Versuche mit der Electrifikationsmaschine stellt man am besten bey einer trocknen, nicht zu

heiß

heißen Luft, in einem trocknen und weiten Zimmer an. Folgende Versuche dienen zur Bestätigung der bisher vorgetragenen Sätze. Verschiedene davon sind leicht zu verzeihende Spielereien.

Versuche: Kleine Korkkügelchen, die an einem Zwirnkesel dem electrisirten Conductor mit der Hand oder sonst mit einem leitenden Körper genähert werden, werden schon in ziemlicher Entfernung angezogen, aber nicht wieder zurückgestoßen.

Baumwolle, oder eine leichte Feder, oder Korkkügelchen, die man in der Hand, oder in einer metallenen Kapsel, in einiger Entfernung unter den Conductor hält, werden erst angezogen, dann wieder abgestoßen, und so wechselseitig fort.

Die electrische Spinne.

Der Tanz der papiernen Puppen.

Eine an seidenen Schnüren aufgehängte metallene Kette wird electrirt, wenn sie dem electrisirten Conductor genähert wird, und einen Funken erhält.

Eben dies geschieht, wenn sie damit in unmittelbarer Berührung ist.

Es geschieht nicht, wenn sie damit durch seidene Schnüre in Verbindung gebracht ist.

Bei der Annäherung eines metallenen Knopfs an den electrisirten Conductor, bricht ein knisternder Funke hervor.

Eben dies wird durch den Knöchel des Fingers hervorgeleckt.

Ein unisolirtes Stück Metall zeigt nach dem erhaltenen Funken keine Electricität.

Eine isolirte Person glebt electrische Erscheinungen vor sich, wenn sie mit dem electrisirten Conductor in leitender Verbindung ist.

Eine Siegellackstange, oder Glasröhre, oder ein anderer nichtleitender Körper, dem electrisirten Conductor genähert, bringt keine Funken hervor.

Ein Drath, der den Fußboden mit dem Conductor in leitende Verbindung setzt, verhindert, daß dieser nicht electrirt werden kann.

Ein isolirter zweiter Leiter verliert durch Berührung mit einem andern leitenden, nicht isolirten Material, seine Electricität gänzlich und auf einmal.

Die geriebene Glasugel verliert ihre Electricität durch leitende Substanzen nicht sogleich auf einmal und nur nach und nach.

Korkkügelchen, Sägespäne, u. d. gl. auf einer Glasplatte unter dem Conductor gehalten, werden zwar nach der ersten Anziehung abgestoßen, aber nicht wieder angezogen.

Korkkügelchen, die an einem seidenen Faden hängen, werden vom Conductor erst angezogen, dann abgestoßen, aber nicht wieder angezogen, sogleich aber, wenn man sie mit den Fingern berührt hat.

Tanz der Sägespäne unter einem electrifirten Glase.

Das electrische Blockenspiel.

Aus einer auf dem Conductor befindlichen Spitze strömt die electrische Materie mit einem sichtbaren Winde hervor.

Diese Spitze auf dem Conductor schwächt die Electricität desselben merklich, und hindert den Uebergang eines Funkens aus demselben in einen andern Leiter.

Der Conductor verliert seine Electricität sehr bald, durch eine in der Nähe desselben gehaltene Metallspitze.

Das electrische Rad.

Das Streichen der Funken. Der phosphorische Geruch der Electricität. Das Anzünden des Weingeistes und Aethers durch den electrischen Funken.

Die electrische Pistole.

In Ansehung der umständlicheren Nachrichten von der Anstellung dieser und mehrerer anderer Versuche verweise ich auf Cavallo's und Cuthbertsons oben (§. 952.) angeführte Schriften.

§. 956. Wenn man bey der Electrificationsmaschine das Reibzeug isolirt, den Conductor aber durch leitende Dinge mit der Erde in Verbindung setzt, und dann die Maschine drehet, so zeigt das Reibzeug Electricität, und alle Erscheinungen darselbigen; der Conductor aber kann keine zeigen, da er nicht mehr isolirt ist.

Alle vorher angezeigte Versuche lassen sich in diesem Falle am Reibzeuge oder einem damit verbundenen isolirten Conductor anstellen.

§. 957.

§. 957. Wenn man hierbey den Conductor nicht isolirt, so ist die Electricität des Conductors sowohl als des Reibzeuges nur schwach.

§. 958. Dabey aber findet sich zwischen der Electricität des Reibzeuges und des Conductors ein merkwürdiger Unterschied. Ein isolirter leicht beweglicher leitender Körper, z. B. Korffügelchen, die an einem seidenen Faden hängen, und von dem electrisirten Conductor nach dem Anziehen abgestoßen und nicht wieder angezogen werden, werden es sogleich vom isolirten electrisirten Reibzeuge, oder dem damit verbundenen isolirten Leiter; sie werden aber davon sogleich wieder abgestoßen, und in diesem Zustande wieder vom ersten Conductor angezogen, u. s. f. Also, was der Conductor abstößt, zieht das Reibzeug an, und umgekehrt.

§. 959. Electrisirt man zwei Korffügelchen an Zwirnsfäden mit der Electricität des Conductors, so fliehen sie von einander; electrisirt man sie an dem isolirten Reibzeuge, so geschieht dies auch. Aber die vom Reibzeuge und vom Conductor abgestoßenen electrisirten Kugelchen ziehen sich einander sehr stark an, und verlieren dadurch ihre Electricität gänzlich. Zwischen einem durch den Conductor der Maschine und einem durch das isolirte Reibzeug electrisirten isolirten Leiter springen leichte isolirte leitende Körperchen beständig hin und her, und werden wechselseitig von dem einen und dem andern angezogen und abgestoßen, bis die Electricität beider Körper erschöpft ist.

§. 960. Wenn man eine Siegellackstange durch Reiben mit einem Fagenseile electrisirt, und ein kleines

nes leichtes Korkkugelchen vermittelst eines feinen Zwirnsfadens darüber hängt, so wird dies von einer andern geriebenen Siegellackstange abgestoßen, von einer geriebenen Glasröhre aber angezogen werden. Eben so stößt auch das isolirte Reibzeug unserer Maschine das Korkkugelchen der electrisirten Siegellackstange ab; der electrisirte Conductor und der geriebene Cylinder zieht es an.

(Drey isolirte Personen, die selbst gleich stark mit der Electricität des isolirten Conductors der Maschine versehen sind, berühren sich ohne Funken; wenn aber eine davon mit dem isolirten Reibzeuge electrifizirt wird, so ziehen beide auf einander einen Funken.)

§. 961. Es hat also ganz das Ansehen, als ob es zweyerley Arten der Electricität giebt, die sich einander entgegengesetzt sind, wie positive und negative Größen, die sich einander aufheben, oder vernichten; wenn sie gleich groß oder stark sind. Es mag nun eine Bewandniß damit haben, welche es will; es mag dieser Unterschied von zweyerley verschiedenen electrischen Materien, oder von einerley Materie, die in verschiedener Menge in den Körpern zugegen ist, herrühren; so müssen wir hier bis zur weiteren Entscheidung, wenigstens den Zustand der durch isolirte Reibzeug, oder durch den Reiber electrifizirten Körper, d. h. ihre Electricitäten, als entgegengesetzt (*electricitates contrariae*) ansehen, und, ohne uns um die Ursache zu bekümmern, die Gesetze dieses verschiedenen Zustandes zu erforschen und bemühen.

§. 962. Schon du Fay bemerkte den Unterschied der Electricität des geriebenen Glases und des Harzes, und unterschied sie durch den Namen Glas-electricität und Harzelectricität; Franklin führte,

nach

nach seiner Theorie, die Namen Plus- und Minus-Electricität, oder positive und negative Electricität ein. Hr. Lichtenberg bezeichnet sie auf eine bequeme Art durch $+E$ und $-E$, und nennt die Electricität, welche das getriebene Glas der Maschine hat, $+E$, und die, welche das isolirte Reibzeug besitzt, $-E$.

Erlebens Naturlehre von Hr. Lichtenberg, 3. Aufl. S. 501. f.

§. 963. Wenn ein Körper so viel $+E$, als $-E$ hat, so kann er, nach der Voraussetzung, keine electricische Erscheinungen von sich geben. Wir wollen ferner annehmen; daß in jedem Körper, der im natürlichen Zustand sich befindet, und keine electricische Erscheinungen zeigt, gleich viel $+E$ und $-E$ zugegen sey, die sich folglich aufheben, und seine Electricität $0E$ machen. Wird auf irgend eine Art das $+E$ oder $-E$ überschüssig, oder wird das Gleichgewicht zwischen $+E$ und $-E$ gehoben, so zeigt der Körper Electricität. Die Gesetze, nach welchen diese Electricitäten wirken, sind einfach, aber außerordentlich fruchtbar an Folgerungen, und gewähren eine sehr leichte Uebersicht der so mannigfaltigen Phänomene der Electricität, ob ich gleich hiermit noch einmal ausdrücklich erinnere, daß sie nicht Angaben von Ursachen sind.

§. 964. 1). Gleichartige Electricitäten stoßen sich ab. Ein Körper $+E$ stößt einen andern leichten und beweglichen $+E$ ab, und beide zeigen, gegen einander genähert, keine Funken, wenn sie gleich viel $+E$ haben, sondern behalten ihre Electricität. Ein Körper $-E$ stößt einen andern, dessen

u u

sen

sen Electricität auch — E, und mit jener gleich groß ist, von sich, unter eben den Erscheinungen.

Versuche hierzu:

Korkkügelchen, die an seidenen Fäden hängen, werden erst vom Conductor angezogen und hernach abgestoßen, und bleiben abgestoßen.

Eben dies geschieht beym isolirten Reibzeug.

Zwey Korkkügelchen, die an einem Zwirnsfaden über den electrisirten Conductor hängen, entfernen sich von einander.

Eidegsäane, auf den + haltenden Conductor gebracht, werden weit weg gestreuet.

Eben dies geschieht durch das — E haltende Reibzeug.

Ein Haarbusch schwillt auf, wenn er + E und wenn er — E electrirt wird.

Baumwolle schwillt durch beide auf.

Feine, haarförmige Glasfäden streuen sich von einander, wenn sie durch den Conductor der Maschine + E, oder durch das isolirte Rüssen — E haben.

Das electrische Rad drehet sich durch + E und — E.

Durch Haarröhrchen, durch welche sonst das Wasser nur langsam tröpfelt, strömt es hervor, wenn es + E oder — E electrirt wird.

§. 965. Aus diesem Abstoßen gleichnamiger Electricitäten hat man auch Anlaß zu den Electrometern genommen. Die mehresten dienen höchstens nur um daraus ohngefähr zu beurtheilen, ob eine Electricität stärker oder schwächer sey, als eine andere; nicht aber, wie groß sie eigentlich sey.

1) Camtons Korkkugelelectrometer.

Philos. Transact. Vol. XLVIII. P. 1. n. 53.

2) Henry's Quadrantenelectrometer.

Philos. Transact. Vol. LXII. S. 359.

3) Cavallo's Electrometer.

Deffen vollständige Abhandl. von der Electricität S. 124.

4) Ebendesselben Taschenelectrometer.

a. a. D. S. 294.

5) Eine Abänderung desselben, von Adams beschrieben.

Bers

Verfuch über die Electricität, worin Theorie und Ausübung dieser Wissenschaft durch eine Menge methodisch geordneter Experimente erläutert werden; von Geo. Adams. a. d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 164.

6) Richards Electrometer.

Abhandl. von der Kraft der Electricität von St. Karl Richard; im 1. B. der Verh. der Berl. Gesellsch. naturf. Freunde. S. 53.

7) Saufures Electrometer, besonders für die atmosphärische Electricität.

Derselben Reisen durch die Alpen, Th. III. Leipz. 1787. S. 791.

8) De Luc's Fundamentalelectrometer.

Derselben neue Ideen über die Meteorologie, B. I. S. 397.

9) Bennets sehr empfindliches Electrometer.

Gren's Journ. d. Phys. B. I. S. 330.

§. 966. II) Ungleichartige Electricitäten ziehen sich an. Ein Körper, der $+$ E hat, zieht einen andern, leicht beweglichen $-$ E an, und umgekehrt, und beide zeigen nach dem Zusammentreffen keine Electricität mehr, wenn sie gleich viel $+$ E oder $-$ E hatten.

§. 967. Dies giebt uns auch ein Mittel an die Hand, um die entgegengesetzten Electricitäten selbst zu finden. Hängt man nämlich Korkkugeln an einem Zwirnsfaden über eine mit einem wollenen Luche geriebene Siegelackstange, und theilt ihnen das durch $-$ E, so werden sie von einem $+$ E haltenden Körper angezogen, von einem mit $-$ E versehenen zurückgestoßen werden.

§. 968. Hierdurch findet man nun, daß das trockne Reibzeug allemal die entgegengesetzte Electricität des Reibers, und Conductors erlangt; $-$ E, wenn diese $+$ E haben; $+$ E, wenn diese $-$ E erhalten. Die wenigen Ausnahmen hiervon erfordern noch Befragung.

§. 969. Gewöhnlich erhält bey dem Aneinanderreiben zweyer Substanzen diejenige, welche am wenigsten leitet oder am meisten electrisch ist, $+E$, die mehr leitende $-E$; und bey dem Aneinanderreiben zweyer gleich electrischen Körper bekommt derjenige gemeinlich $-E$, der am stärksten gerieben wird, und der andere $+E$. Größere oder geringere Glätte oder Feuchthgkeit ändern aber die Resultate dieser Versuche sehr ab; und die Versuche dieser Art erfordern überhaupt sehr große Behutsamkeit und Vorsicht.

§. 970. Durch Versuche hat man gefunden:
 1) glattes Glas erhält $+E$, wenn es mit leitenden oder isolirenden Substanzen gerieben wird, nur mit Ragenbälge gerieben wird es $-E$; 2) raues und mattgeschliffenes Glas wird $+E$, wenn es mit Schwefel, Seide, Wachstaffent, und Metallblättern; $-E$, wenn es mit wollenen Tüchern, mit polirtem Glase, mit Siegellack, mit Papier, oder mit der Hand gerieben wird; 3) Harz und Siegellack bestimmt durchs Reiben mit Metall, Schwefel und matt geschliffenem Glas, $+E$; mit polirtem Glas, wollenen Tüchern, weichen Fellen, Papier, $-E$; 4) Hasenfell erhält mit Metallblättern, Tuch, Seide, Papier, oder mit der Hand gerieben, $+E$; 5) weiße Seide wird $+E$ durch Metallblätter, Tuch, schwarze Seide; $-E$ durch Papier, durch die Hand, und durch weiche Felle; 6) schwarze Seide $+E$ an Siegellack, $-E$ an weißer Seide, weichem Felle, Papier, oder an der Hand gerieben. 7) Schwefel wird $+E$ mit Metall; $-E$ mit polirtem und matten Glas, Siegellack, Holz, Papier, Tuch, und mit der Hand gerieben. 8) Met-

sal-

salle werden $+$ E mit Harz, — E mit polirtem Glase. Der Unterschied und die Benennung Glas und Harz-Electricität für $+$ und — E ist eben deswegen nicht genau und richtig, weil diese Körper bald $+$, bald — erhalten können.

Eigene Versuche hierüber haben angestellt: Wilson (Philos. Transactions, 1760. Vol. LI.); Symmer (ebendaf. S. 340.); Cigna (Miscellanea societ. Taurinensis, 1764. S. 31.); Beccaria (G. Beccaria dell' Eletticismo artificiale, in Turino 1753. 4.); Wille (de electricitatibus contrariis, Rostoch. 1757. 4.); Aepinus (Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi, auct. F. V. Aepino, Petrop. (1759. 4.); Bergmann (Experimenta electrica cum tabulis vitreis sibi mutuo affrictis instituta; in seinen opusc. phys. chem. Vol. V. S. 370.; Experimenta electrica cum taeniis sericis instituta; ebendaf. S. 391.); Lichtenberg (Erlebens Naturl. 3. Aufl. S. 460. ff.

§. 971. Wenn man einen $+$ E electrisirten zugespitzten leitenden Körper mit der Spitze gegen einen andern nicht electrisirten leitenden, oder mit — E versehenen flachen hält, so entsteht ein Geräusch, und man sieht im Dunkeln einen bläulichen oder purpurfarbenen Feuerbüschel, dessen Strahlen von der Spitze aus divergiren. Wenn man aber dem mit $+$ E versehenen abgerundeten Körper selbst eine unaelectrisirte leitende Spitze zuhält, so zeigt sich an dieser ein leuchtender Punct oder Stern.

§. 972. Wenn hingegen der zugespitzte Körper — E hat, und der Spitze ein anderer nicht electrificirter leitender oder $+$ E haltender flacher Körper genähert wird, so entsteht auch ein Geräusch; aber man sieht im Dunkeln einen lebhaft leuchtenden Punct oder Stern an der Spitze. Wenn man aber dem mit — E electrisirten Körper eine andere leitende

de

de Spitze zubält, so zeigt sich an dieser ein leuchtendes Feuerbüschel.

§. 973. Sonst hat Hr. Prof. Lichtenberg noch den Unterschied zwischen positiver und negativer Electricität entdeckt, daß, wenn man Harzschelben durch Berühren mit isolirten electrifirten metallenen Röhren Electricität mittheilt, und dann mit Colophoniumpulver oder Bärkappaamen dünne bestreuet, dies Pulver verschiedene Figuren darauf bildet, je nachdem die mitgetheilte Electricität $+$ oder $-$ E war. Durch erstere bilden sich sternförmige oder strahlende, durch diese aber ringsförmige Figuren oder Punkte ohne Strahlen.

I. C. Lichtenberg De nova methodo, naturam ab motum fluidi electrici investigandi; in den nov. comment. Societ. Götting. T. VIII. 1777. S. 168.

§. 974. Die Richtung des Stromes der electrifischen Materie geht aus einer electrifirten Spitze abwärts, sie mag $+$ E oder $-$ E haben.

§. 975. Ein mit $+$ E oder $-$ E versehener Körper zieht nicht nur denjenigen an, der die der feinigen entgegengesetzte Electricität hat (§. 966.), sondern auch einen jeden andern nicht electrifirten, oder dessen Electricität 0 ist. — Diese Wirkung der electrifirten Körper auf andere 0 E oder die entgegengesetzte Electricität enthaltende geschieht nach der Stärke ihrer Electricität in einer größern oder geringern Entfernung, und der Raum, durch welchen sich diese Wirkung erstreckt, nennt man den Wirkungskreis, sonst auch wol die electrifische Atmosphäre des electrifirten Körpers.

§. 976. Wenn man diesemnach einen unisolirten Leiter, z. B. eine Metallstange, dem electrifirten Reiber der Maschine nahe bringt, so erhält jener auf der dem Reiber zugekehrten Seite die entgegengesetzte Electricität des Reibers: $+$ E, wenn dieser $-$ E hatte, und $-$ E, wenn dieser $+$ E besaß; bey der größern Annäherung erhält der Leiter einen Funken, und die Electricität hört ganz auf. Wenn aber der Leiter isolirt ist, so erhält das von dem electrifirenden Körper abgewendete Ende die gleichnamige Electricität von jenem, und also die entgegengesetzte an dem dem Reiber zugekehrten Ende. Bey der Annäherung nehmen beide Electricitäten zu, bis der Leiter endlich einen Funken erhält, worauf seine Electricität die gleichnamige des electrifirenden Reibers wird.

§. 977. Wenn man aber diesen isolirten Leiter wieder von der Maschine isolirt entfernt, ehe er so nahe kömmt, daß er einen Funken erhält, so hört die Electricität, die sich an seinen entgegengesetzten Enden als entgegengesetzt zeigten, sogleich auf, und es ist alles wieder im natürlichen Zustande. Berührt man ihn aber, während daß er in dem Wirkungskreise des electrifirenden Körpers ist, an dem von diesem abgewandten Ende mit dem Finger, oder sonst mit einem leitenden Körper, so entsteht ein Funken, und seine Electricität hört auf. Entferne ich ihn jetzt zugleich isolirt von dem electrifirenden Körper, so hat er die entgegengesetzte Electricität des electrifirenden Körpers, oder die gleichnamige des diesem zugekehrten Endes.

§. 978. In diesem Falle entsteht also Electricität, ohne daß sie der electrifirende Körper verlohre, also

also nicht durch Mittheilung (§. 941.), sondern durch Vertheilung der Electricität, und dies ist die dritte Art, Electricität hervorzubringen. Sie gründet sich eigentlich auf die vorher angeführten Gesetze der Electricität, daß gleichartige Electricitäten sich anziehen, ungleichartige sich abstoßen (§§. 964. 966.), und macht das dritte Gesetz: III) Jeder electrisirte Körper erregt in denjenigen Körpern, die in seinen Wirkungskreis kommen, in diesem Wirkungskreise eine der seinigen entgegengesetzte Electricität.

§. 979. Wenn der in den Wirkungskreis eines electrisirten Körpers gebrachte ein Nichtleiter ist, so erhält er zwar auch in dem Ende, welches dem electrisirten Körper zugekehrt ist, die entgegengesetzte Electricität, allein eben wegen seiner nichtleitenden Eigenschaft ist die erregte Electricität nicht stark, und erstreckt sich nicht weit, und man findet an ihm vielmehr schwache abwechselnde Zonen von entgegengesetzten Electricitäten.

§. 980. Dünne Nichtleiter halten diese Wirkungen der Vertheilung der Electricität oder der electrischen Atmosphäre nicht auf, wohl aber die der Mittheilung.

§. 981. Nunmehr können wir aus diesen vorgetragenen Gesetzen der Electricität leicht die bisher beobachteten Erscheinungen erklären. — Ein jeder Körper hat nemlich im natürlichen Zustande, wo er keine Zeichen der Electricität von sich giebt, beide Electricitäten $+$ E und $-$ E in dem Maße zusammen vereinigt, daß sie sich einander aufheben, und also 0 E machen. Ob sie nun in gleichen Massen oder in gleichen Räumen, oder in gleichen Oberflächen der Körper, in gleicher Quantität zugegen seyn,

das

Das kann man bis jetzt noch nicht entscheiden, und also auch darnach noch nicht absolutes und specifisches E bestimmen. Wenn nun das Gleichgewichte beider Electricitäten des natürlichen Zustandes aufgehoben wird, z. B. durch Reiben, oder sonst auf eine Art, welche zu erklären es jetzt auch noch zu früh seyn möchte, so wird der Körper electrifizirt, und das Ueberschüssige einer der beiden Electricitäten zeigt sich nun als freyes oder sensibles E, da es vorher durch die gehörige Menge des entgegengesetzten gebunden war.

§. 982. So wird nun durch das Reiben des Glases an dem Reibzeuge der Maschine das $+$ E des letztern frey; das Glas führt wegen seiner nicht leitenden Eigenschaft dies $+$ E nicht gleich durch seine Substanzen weiter, und zeigt nun die Electricität $+$ E; das $-$ E des Reibzeuges bindet dies $+$ E nicht mehr ganz, und wenn es isolirt ist, so kann dies $+$ E in ihm nicht ersetzt werden, und sein $-$ E ist also ebenfalls frey. Daher zeigt das Reibzeug nun negative Electricität, während das Glas positive hat. Und so ist es auch in den andern Fällen, wenn der reibende electrische Körper $-$ E aus dem Reibzeuge los macht, dann hat dies $+$ E

Der Wachstafel, der den Glaszylinder zum Theil umgibt, hat seinen Nutzen hauptsächlich darin, daß er durch die entgegengesetzte Electricität die Intensität des $+$ E des Glaszylinders schwächt; dadurch wächst die Capacität des letztern, und er kann solchergestalt mehr $+$ E aus dem Reibzeuge aufnehmen. Beide entgegengesetzte Electricitäten des Wachstafels und des Glases binden sich nur wechselseitig, ohne sich zu sättigen, welches bey glatten, nichtleitenden Flächen nicht stattfinden kann. So wie nun der Reiber den Wachstafel verläßt, so wird sein $+$ E jetzt wieder frey, und wird vom Fuleiter eingefogen. — Man sieht hieraus auch leicht

leicht den Grund ein, warum der Wachstaffent keine Falten und Unebenheiten haben müsse, wenn seine Wirkung stark seyn soll.

§. 983. Wenn aber das Reibzeug unserer Electrisirmaschine durch leitende Materie mit der Erde verbunden ist, so zieht es aus dieser unerschöpflichen Quelle von $\pm E$, so viel $\pm E$ immer an, daß sein $-E$ nicht sensibel oder frey bleibt, und es kann daher immer neues $\pm E$ an das reibende Glas abgeben, wenn dies weiter abgeführt wird.

§. 984. Wird dem $\pm E$ electrisirten Glases hinter der Maschine ein isolirter leitender Körper genähert, und in den Wirkungskreis desselben gebracht, so zieht das freye $\pm E$ des erstern das $-E$ des letztern, und stößt das gleichnamige $\pm E$ desselben zurück. So entsteht nun Electricität durch Vertheilung (§. 978.). Bey dem Wiederentfernen des Leiters binden sich sein \pm und $-E$ wieder von neuem, und die Electricität desselbigen hört auf. Nähert man ihm aber, ehe man ihn wegnimmt, den Finger oder einen andern leitenden Körper, an dem entferntern Ende, wo das $\pm E$ desselben frey ist, so zieht dasselbe das $-E$ dieses berührenden Leiters an sich, sättigt sich damit, und es entsteht ein Funke. Entfernt man nun den Finger, und den isolirten Leiter zugleich, so hat dieser nun $-E \pm E - E$, und ist folglich negativ electrifizirt. So ist es nun auch, wenn der electrifizirende Körper freyes $-E$ hat; dann bindet er das $\pm E$ des ihm genäherten isolirten Leiters, stößt das $-E$ desselbigen zurück; dies sättigt sich aus dem ihn berührenden leitenden Körper mit $\pm E$, und nach der Entfernung desselbigen und des isolirten Leiters von dem electrifizirenden Körper

Körper hat dieser isolirte Leiter $+E - E + E$, ist also positiv electricisirt.

§. 985. Das freye $+E$ des electricisirenden Körpers wird dadurch, daß es das $+E$ des ihm genähten Leiters in seinem Wirkungskreise anzieht, näherungsweise mehr gebunden, und bleibt nicht so sensibel als vorher. Das $+E$ des Glasclinders ist daher nicht so stark, wenn der Conductor der Maschine ihm genähert ist, als wenn dieser entfernt ist. Der Conductor der Maschine erhält die stärkste Electricität, wenn das Reibzeug nicht isolirt ist, weil dann das $+E$ des Cylinders immer mehr $+E$ aus der Erde zuführen kann. Das $-E$ des isolirten Reibzeuges wird am größten, wenn der Conductor der Maschine nicht isolirt ist, weil dann immer mehr $+E$ durch den Conductor abgeführt werden kann.

§. 986. Je näher der leitende isolirte oder nicht isolirte Körper dem electricisirten kommt, desto stärker wird die Anziehung zwischen $+E$ des letztern, und dem $+E$ des erstern. Endlich durchbrechen beide entgegengesetzte Electricitäten die Luft, sie sättigen sich ganz mit einander, und es entsteht ein Funke, und Electricität durch Mittheilung, wenn der leitende Körper isolirt ist (§. 941.).

§. 987. Es lassen sich hieraus die oben (§. 955.) durch Versuche gezeigten Erscheinungen des wechselseitigen Anziehens und Zurückstoßens leichter Körpern, der Tanz papierner Puppen, das electricische Blockenspiel u. d. gl. leicht erklären. Kommen nämlich leichte bewegliche leitende Körper in den Wirkungskreis des electricisirten Körpers, so wird ihr entgegengesetztes E , und sie dadurch selbst angezogen,
bis

bis sie den electrifirten Körper berühren, und sich also die entgegengesetzte Electricität sättiget. Sie empfangen nun natürlicherweise die gleichnamige Electricität des electrifirten Körpers, und werden dadurch wieder abgestoßen, wenn sie isolirt sind, sonst aber nicht, weil dann ihre erhaltene gleichnamige Electricität aus der Erde und den leitenden Körpern immer die entgegengesetzte anzieht, sich damit sättigt, folglich nie frey wird. Berührt aber der abgestoßene isolirte Körper wieder einen andern leitenden, oder kömmt er gar in den Wirkungskreis eines mit entgegengesetzter Electricität versehenen, so wird seine erhaltene Electricität durch die entgegengesetzte, und da er leicht und beweglich ist, er selbst angezogen, sein freyes $\pm E$ sättigt sich mit der entgegengesetzten, und er kann nun wieder von neuem angezogen werden u. s. f.

§. 988. Bey leitenden Spitzen erstreckt sich der Wirkungskreis viel weiter, als bey abgerundeten Körpern, und der Grund scheint mir nach Hrn. Gehler darin zu liegen, daß dabey die ganze Anziehung auf einen Punct geleitet und der freye Ausgang des $\pm E$ durch kein Zurückstoßen der gleichartigen Electricität nahe liegender Puncte gehindert wird. Der Uebergang der Electricität erfolgt daher bey Spitzen durch Ueberströmen, bey runden und stumpfen Körpern durch einen Funken. — Bey isolirten glatten Flächen, deren Ränder gehörig abgerundet sind, erfolgt oft selbst bey der Berührung kein Uebergang der Electricität durch Mittheilung. Wenn sie in diesem Falle gleich viel entgegengesetzte Electricitäten haben, und sich berühren, so zeigen sich nach der Berührung keine Electricitäten, weil sich das $\pm E$ und $- E$

bin

binden, wenn sie in ihren wechselseitigen Wirkungs-
kreis kommen; nach der Trennung aber zeigen sie
wieder ihre vorige Electricität, weil keine Sättigung
und kein Uebergang erfolgt ist. Der Vater Becce-
ria glaubte, daß sie ihre Electricitäten in einander
ablegten, und bey der Trennung wieder ergriffen.
Man hat aber gar nicht nöthig, um dieses Phäno-
men zu erklären, mit ihm eine eigene electricitatem
vindicem deswegen anzunehmen.

Gehler's phys. Wörterb. Th. 1. S. 744.

Die Kleist'sche Flasche.

§. 989. Wenn man in ein Zuckerglas, das aus-
wendig und inwendig, bis einige Zoll unter seinem
Rande, mit Stanniol überzogen ist, und das auf ei-
nem leitenden Tische steht, von dem Conductor der
Maschine ein Metalldrath bis auf den Boden des
Stafes herabhängt, und dann electrifizirt, hierauf abet-
den äußern Ueberzug des Glases mit der einen Hand,
das Drath, oder den Conductor der Maschine, mit
welchem der innere Ueberzug noch in leitender Ver-
bindung ist, mit der andern Hand anfaßt, so entsteht
nicht allein ein sehr lebhafter, mit einem Gepraffel
hervordrehender Funke, sondern man empfindet auch
eine Erschütterung in den Gelenken beider Arme. Ob-
nen ganz ähnlichen Erfolg hat es, wenn man das
Glas nach dem Electrifiziren von der Maschine ab-
nimmt, und beide Ueberzüge zugleich berührt.

§. 990. Dieser merkwürdige Versuch heißt der
Kleist'sche oder Leidensche Versuch, weil ihn Pri-
von Kleist zuerst 1745, und nachher Cundus zu
Leiden anstellte. Allernand und Muschenbroek

nach

machten ihn daselbst ebenfalls (1726) nach, und daher heißt er auch der Muschenbroek'sche Versuch. Sonst wird er wegen seiner Wirkung auch der Erschütterungsversuch genannt. Die dazu vorgerichtete Flasche heißt die Leidner, oder die Kleinsche, oder die Erschütterungsflasche; und die Electricität, welche sie hat, die verstärkte Electricität.

§. 991. Anfangs nahm man dazu eine gläserne Flasche, die man etwa bis zur Hälfte mit Wasser füllte, und mit einem Kork stopfte, durch welchen ein Metalldrath bis ins Wasser der Flasche ging. Man electrisirte diesen Drath durch Mittheilung, während daß man die Flasche in der Hand hielt, oder in anderes Wasser etwa zur Hälfte einsetzte, in welches die Person, welche den Versuch anstellen wollte, ein Drath steckte. Man fand nachher, daß jede andere gut leitende Substanz die Stelle des Wassers in der Flasche vertreten könne, als Quecksilber, Eisenfeile, u. d. gl. und endlich sahe man ein, daß dazu ein leitender Ueberzug der äußern und innern Fläche des Glases bis einige Zolle unter dem Rande desselbigen hinreichend sey, und alles leiste, und daß es auf die Figur des Glases nicht ankomme, sondern daß auch eine Glastafel selbst dazu vorgerichtet werden könne.

Die electrisirte Weinflasche.

Das electrisirte Trinkwasser.

§. 992. Dieser Ueberzug des Glases heißt die Belegung, und das damit versehene Glas die belegte Flasche oder die belegte Glastafel. Man wählt zu diesen Belegungen dünne Metallblätter, die aber nicht durchlöcheret seyn müssen; gewöhnlich

Stans

Stanniol, den man mit Pausenblase oder Gummis wasser aufklebt. Man muß hervorragende Ränder so viel als möglich verhüten, und alles recht ebenen und glatt machen. Der Rand der Flasche oder der Glastafel muß allemal auf beiden Seiten, bey gedehnten wenigstens mehrere Zolle, frey und unbelegt bleiben.

§. 993. Statt des Glases kann jeder andere nichtleitende Körper dienen, wenn er nur nicht zu dick ist, seine beide gegen einander überliegende Flächen mit leitender Materie belegt, und die Ränder dieser Belegung einander nicht zu nahe sind.

Ladung einer belegten Luftschicht.

Adams Verf. über die Electricität S. 121. A.

§. 994. Die eine Belegung der Flasche oder der Glastafel wird am besten durch Mittheilung electricisirt; die andere Belegung muß aber nicht isolirt, sondern mit andern leitenden Materien in Verbindung seyn, wenigstens muß sie zu wiederholtenmalen mit einer leitenden Substanz berührt werden, wenn die in ihre aufzunehmende Electricität stark werden soll; ist diese andere Belegung ganz isolirt, so wird die Flasche oder die Glastafel gar nicht geladen werden. Am schnellsten geschieht die Electricisirung der Kleist'schen Flasche dadurch, daß man die eine Belegung mit dem isolirten Reibzeuge, die andere mit dem Conductor der Maschine in leitende Verbindung setzt.

§. 995. Die Kleist'sche Flasche oder die Glastafel heißt in dem Zustande, daß sie den Erschütterungsfunkeln giebt, geladen, und ihre Entladung geschieht, wenn man die innere und äußere Belegung

gung durch leitende Materie in Verbindung setzt. Wenn sich mehrere Personen zusammen anfassen, und der erste die äußere Belegung, oder eine daran befestigte Kette hält, der letztere aber die innere Belegung, oder den damit verbundenen Leiter berührt, so bekommen sie alle die Erschütterung. Bei einer schwachen Ladung der Flasche, und wenn der Personen, die sich anfassen, sehr viele sind, (oder der Erschütterungskreis sehr groß ist,) und zumal auf feuchtem Boden stehen, empfinden aber auch oft nur wenige, die an den beiden Enden stehen, die Erschütterung.

Das Franklinische Zaubergemälde, der Hochverrath, und die Verschwörung.

Die electrische Thüre.

§. 996. Die Geschwindigkeit der Electricität beim Entladen der Flasche ist erstaunend groß. — Wenn die leitende Substanz, durch welche der Erschütterungsfunke gehen soll, nicht ganz zusammenhängend ist, sondern aus mehreren an einander stehenden, sich nicht berührenden, leitenden, Körpern besteht, so entstehen zwischen dieser Unterbrechung Funken. —

§. 997. Wird die Flasche überladen, so entladet sie sich auch von selbst, und manchmal wird das durch auch das Glas zerschmettert. Die Stärke der Ladung hängt übrigens von der Größe der Betregung ab. Sonst ändern aber auch zufällige Umstände die Stärke der Ladung sehr ab; wie z. B. die mehr oder weniger isolirende Eigenschaft des Glases, die von seiner größern oder geringern Dicke, von seiner Reibigkeit, und auch von seiner Temperatur abhängt; mehr

mehrere oder mindere Trockenheit der Luft, die Continuität der Belegungen, und ihre verschiedene glatte Oberfläche. Bey gleicher Leitungskraft nimmt übrigens der Erschütterungsfunke in der Entladung allemal den kürzesten Weg.

Der Auslader.

Cavallo a. a. D. S. 129.

Henly's allgemeiner Auslader.

Cavallo a. a. D. S. 127.

§. 998. Der leitende Körper, durch welchen der Erschütterungsfunke oder der Schlag geht, wird nicht electrifirt, wenn er auch isolirt ist.

§. 999. Nach der ersten Entladung zeigt die Flasche noch einen geringen Erschütterungsfunken, wenn man beide Belegungen zusammen berührt.

§. 1000. Wenn die geladene Flasche oder belegte Tafel vollkommen isolirt ist; so zeigt keine Belegung einzelnen Funken, wenn man sie berührt. Bey einer trockenen Luft verliert sie auch in langer Zeit ihre Electricität nicht. Sie behält sogar ihre Ladung, wenn man die dazu eingerichteten beweglichen Belegungen einzeln durch isolirte Körper trennt; und zeigt sie wieder, wenn man diese oder andere wieder anbringt, und gehörig durch leitende Mittel in Verbindung setzt. Ist die äußere Belegung nicht isolirt, so kann man zu wiederholtenmalen aus der innern Belegung der geladenen Flasche Funken ziehen.

§. 1001. Wenn man ein gekrümmtes und an beiden Enden zugespitztes Drath der innern und äußern Belegung zugleich entgegen hält, so wird die Kleist'sche geladene Flasche, oder die belegte Glas Tafel, ohne den Erschütterungsfunken entladen, und vielmehr mit einem zischenden Ueberströmen. Hat man die

Glasche durch den Conductor der Glasmaschine geladen, so zeigt sich an der Spitze des Drathes, die der innern Belegung zugekehrt ist, ein leuchtender Stern, wie bey der positiven Electricität (§ 971. 972.), an der der äußern Belegung zugekehrten Spitze aber ein Feuersbüschel, wie bey der negativen Electricität.

§. 1002. Man findet ferner allemal, daß die äußere Belegung der geladenen Kleist'schen Glasche die entgegengesetzte Electricität der innern Belegung, oder daß sie $-E$ hat, wenn die innere $+E$ besitzt, und umgekehrt. Zwischen einem mit der äußern Belegung in leitende Verbindung gebrachten leitenden Körper, und einem mit der innern Belegung verbundenen Leiter, spielt ein leicht beweglicher isolirter Körper hin und her, und entladet dadurch die Glasche allmählig.

Auf diese Art leitet ein elektrisirtes Stöckchen eine sehr trächliche Zeitlang.

§. 1003. Wenn man eine Kleist'sche Glasche theilt, und ihre äußere Belegung mit der innern Belegung einer andern, die nicht isolirt ist, in leitende Verbindung setzt, und dann ihre innere Belegung electrifizirt, so werden beide Glaschen geladen, und zwar mit ähnlichen Electricitäten. Auf diese Art kann man auch mehrere Glaschen durch einander laden.

§. 1004. Mann kann endlich auch mehrere Glaschen, deren innere Belegungen unter einander in leitender Verbindung sind, so wie ihre äußern, durch den Conductor der Maschine laden, da dann natürlicherweise bey der Entladung aller dieser Glaschen auf einmal auch der Funke, das Geräusch und der

der Knall, mit welchem er hervorbricht, und die Kraft, die er äußert, um so beträchtlich größer wird, als die Größe der Belegung bey abeigens gleichen Umständen zunimmt. Die auf diese Art verbundene Flaschen machen die sogenannte electrische Batterie aus.

Cavallo a. a. O. S. 128.

§. 1005. Der aus solchen geladenen Flaschen hervorbrechende Funke kann vermögend seyn, schwere flüssige Metalle augenblicklich zu schmelzen, Thiere zu tödten, mehrere Kartenblätter zu durchlöchern, Glasscheiben zu zerbrechen, Baumwolle und Schießpulver anzuzünden, Eyer zu zertrümmern, Gold zu verkalten und ins Glas einzuschlagen, sonst aber auch Kalte der Metalle wiederherzustellen.

§. 1006. Alle diese bisher vorgetragene Erscheinungen und Erscheinungen der electrischen Flasche, ihre Ladung und Entladung, lassen sich aus den oben angeführten Gesetzen der Electricität (§. 964. 966. 978.); und aus dem Satze, daß dünne Nichtleiter die Vertheilung der Electricität nicht, wohl aber ihre Mittheilung und Uebergang, aufhalten (§. 980.), leicht erklären. Wird nämlich die innere Belegung durch Mittheilung electrifirt, z. B. $+$ E, so stößt die dem Glase zugeführte Electricität die gleichnamige der äußern Belegung ab, und bindet die ungleichnamige oder das $-$ E. Ist die äußere Belegung isolirt, so kann sie ihr abgestoßenes $+$ E nicht fassen lassen, und ihr $-$ E wird nicht frey, folglich kann auch die innere Belegung kein $+$ E erhalten, und die Flasche kann also nicht geladen werden (§. 994.). Berührt man aber die äußere isolirte Be-

gung, während das der innern $+$ E angeführt wird, mit dem Finger, so erhält man einen Funken, indem nun das abgestoßene $+$ E sich mit $-$ E aus dem Finger sättigen kann. Ist die äußere Belegung nicht isolirt, so kann dies $+$ E leicht abzuführen, und die Flasche völlig geladen werden. Die geladene Flasche zeigt nun, wenn sie völlig isolirt ist, bei der Berührung ihrer einzelnen Belegung keine Funken, weil das $+$ E der einen Seite durch das Glas hindurch hindert, daß das $-$ E der andern Seite sich nicht mit neuem $+$ E aus dem berührenden Leiter sättigen kann, und auch das $-$ E der einen Seite nicht zuläßt, daß das $+$ E der andern Seite frisches $-$ E sättige. Bringt man aber beide Belegungen in leitende Verbindung, so fällt diese Ursach weg, und beide entgegengesetzte Electricitäten sättigen sich nur durch wirklichen Uebergang, da sie sich vorher nur hielten, und es entsteht der Erschütterungsfunkens. Zugleich erhellt aber auch hieraus, warum diesen dem isolirten Leiter, durch welchen er geht, keine Electricität ertheilt (§. 998.). Eben so läßt sich auch daraus einsehen, warum man nach §. 1063 eine Flasche durch die Belegung einer andern electrificiren kann. Die Electricitäten haften eben so gut auf der Fläche des Glases selbst, so wie in der Belegung, und daher zeigt auch das Glas, von der isolirten Belegung durch isolirende Körper getrennt, und mit neuer Belegung versehen, noch die Ladung (§. 1000.).

Der Electrophor.

§. 1007. Wenn man einen dünnen, glatten und ebenen Harzkuchen, der in einer metallenen Schüssel liegt, mit einem Rapienfelle reibt, und dann ein rundes

Des Deckel, das mit Stanniol überzogen, und im Durchmesser kleiner ist, als der Kuchen, vermittelst seidener Schnüre auf den geriebenen Kuchen setzt, und dann mit dem Finger berührt, so entsteht ein kleiner Funke, und hebt man dann den Kuchen an den seidenen Schnüren wieder isolirt in die Höhe, und berührt ihn dann wieder, so erhält man wieder einen Funken, und dies kann man sehr lange Zeit immer wiederholen.

§. 1008. Diese Vorrichtung heißt ein Electrophor oder beständiger Electricitätsträger (*electrophorus perpetuus*), den Hr. Volta zuerst 1775 bekannt machte, Hr. Wilke aber schon 1762 unter einer etwas andern Gestalt erfunden hat. Die wesentlichen Theile des Electrophors sind 1) der Kuchen; 2) die Form, oder der Zeller, oder die Schüssel; 3) der Deckel. Die beiden erstern zusammen heißen auch die Basis

Volta, in den *Scelta di opuscoli interessanti* T. IX. S. 91. und T. X. 37. *Lectre de Mr. Alex. Volta sur l'electrophore perpetuelle de son invention, in Recueil d'observations sur la phys.* T. VII. S. 21. ff.

Wilke von den entgegengesetzten Electricitäten; in den schwed. Abh. B. XXIII. S. 271. ff.

Ingenhous; Anfangsgründe der Electricität; hauptsächlich in Beziehung auf den Electrophor; in seinen vermischten Schriften B. I. S. 1. ff.

§. 1009. Der Kuchen des Electrophors kann eine jede nichtleitende Platte seyn, z. B. Glas, Pech, Siegelwax, in welchen die Electricität durch Reiben mit schließlichen Materien ursprünglich erregt werden kann, nur muß sie nicht zu dick seyn. Am gewöhnlichsten nimmt man dazu harigte Materien, und das gemeine weiße Pech dient recht gut, wenn man

es durch etwas zugesetzten Terpenthin in der Spektivität vermindert hat.

§. 1010. Man gießt das gleichförmige geflossene Harz in die Form, die aus einer leitenden Masse bestehen muß, und aus einer runden entweder metallenen, z. B. messingenen, oder auch hölzernen mit Stanniol auf beiden Seiten gehörig belegten Scheibe mit einem aufwärts gebogenen, inwendig $2\frac{1}{2}$ Linien hohen, Rande gemacht wird. Der Rand und die Ecken des Tellers müssen wohl abgerundet seyn. Man gießt so viel geschmolzenes Harz hinein, daß es mit dem Rande gleich hoch steht; dieser aber doch unbedeckt bleibt. Die Oberfläche des Kuchens muß vollkommen glatt, ohne Blasen und Risse, und ohne Vermengung mit leitenden Materien seyn, und seine untere Fläche muß die obere leitende Fläche der Form oder des Tellers allenthalben genau berühren.

§. 1011. Der Deckel, den man auch wol wegen der Gestalt, die ihm einige geben, die Trommel, sonst aber auch den Conductor nennt, muß 1) aus einer stark leitenden Substanz bestehen. Man nimmt dazu entweder eine zinnerne, oder auch eine hölzerne, gehörig abgerundete, und mit Stanniol überlegte, runde Scheibe, deren Durchmesser nach der Größe des Kuchens mehrere Felle kleiner ist, als der des Kuchens. Um ihn 2) isolirt auf den Kuchen zu setzen oder davon abnehmen zu können, dienen seidene Schnüre von hinreichender Länge, die man an seinem Rande oder in der Fläche selbst befestigt hat, oder auch ein in denselben Mitte angefügter hölzerner Handgriff.

§. 1012.

§. 1012. Man erregt die Electricität des Ruchens am besten, wenn man ihn erst etwas etwas wenigtes erwärmt, und dann mit einem trockenen warmen Lagenfelle oder Fuchsschwanz peitscht, und zwar wird diese Electricität am größten, wenn die Form nicht isolirt ist. Wenn sie also auf einem mit Wachsstück beschlagenen, oder sonst nicht gut leitenden Tische steht, so muß man noch eine metallene Kette vom Rand der Form herab hängen lassen.

§. 1013. Wenn man den Deckel auf den geriebenen Porzellanen mittelst der seidenen Schnüre aufsetzt, und dann mit dem Finger berührt, so erhält man einen kleinen Funken.

§. 1014. Ein mit dem Deckel in leitender Verbindung stehendes Electrometer zeigt Electricität, wenn man den Deckel isolirt auf den Ruchen setzt, und hat — E, wenn der Ruchen — E hatte; immer die gleichnamige des Ruchens.

§. 1015. Nach dem Berühren des isolirt aufgesetzten Deckels mit dem Finger zeigt das Electrometer keine Electricität an, und es ist nach dem Ausbruch des Funkens keine Electricität im Deckel weiter zu spüren.

§. 1016. Hebt man den Deckel unberührt und isolirt wieder in die Höhe, so zeigt das Electrometer keine Electricität weiter an, wenn der Deckel gehörig weit vom Ruchen entfernt wird, und giebt keinen Funken bey der Berührung mit dem Finger, den er auf dem Ruchen liegend sogleich giebt.

§. 1017. Berührt man mit einem Finger die nicht isolirte Form des Ruchens, und mit dem andern den isolirt darauf gelegten Deckel, so erhält man

man einen Erschütterungsfunken, und dann ist alles wieder todt.

§. 1018. Wenn man aber den Deckel, der nach dem Berühren auf dem Ruchen keine Electricität weiter zeigt an den seidenen Schnüren in die Höhe zieht, so zeigt das Electrometer gleich wieder Electricität. Man erhält beim abermaligen Berühren in der Höhe einen stechenden Funken, und zwar stärker, wenn man den Deckel vorher nach §. 1017., als nach §. 1013. berührt hat.

§. 1019. Das Electrometer zeigt in dem berührten und isolirt aufgehobenen Deckel $+$ E, wenn der Ruchen $-$ E hatte; immer die entgegengesetzte Electricität des Ruchens.

§. 1020. Wenn der Deckel nach dem Berühren auf dem Ruchen isolirt in die Höhe gehoben, und ohne in der Höhe berührt worden zu seyn, wieder auf den Ruchen gelegt wird, so bleibt kein Zeichen der Electricität, während das der Deckel auf dem Ruchen liegt; sie zeigt sich aber sogleich, wenn der Deckel wieder isolirt in die Höhe gehoben wird.

§. 1021. Wenn die Basis isolirt ist, so erhält man einen stechenden Funken, wenn man den auf dem Ruchen isolirt gelegten Deckel berührt, der aber nicht so stark ist, als wenn die Basis nicht isolirt ist (§. 1013.), sonst aber ebenfalls einen Erschütterungsfunken, wenn man die Form und den Ruchen zugleich berührt.

§. 1022. Wenn man in diesen Fällen den Deckel isolirt in die Höhe hebt, so ist er elektrisirt, wie §. 1018.; zugleich ist es aber auch die Form; und zwar ist sie gleichartig mit der Electricität des Ruchens; also $+$ E, wenn der Ruchen $-$ E hatte.

§. 1023.

§. 1023. Läßt man den in der Höhe berührten Deckel zum andernmale auf die isolirte Basis, nach dem man das erstemal Form und Deckel zugleich berührt hatte, so ist bey der zweyten ähnlichen Berührung der Erschütterungsfunke nur schwach, oder gar nicht da.

§. 1024. Man kann den Electrophor als eine Electrisirmaschine brauchen, und die nöthigsten electrischen Versuche mit ihm anstellen, da die Electricität seines Ruchens eine lange Zeit dauert, wenn man ihn vor Feuchtigkeith bewahrt. Man kann mit dem Deckel, wenn man ihn nach dem Berühren und Aufstehen dem Knopfe einer Leidner Flasche nähert, diese nach und nach laden, indem man ihre äußere Belegung mit leitender Materie verbindet; oder auch in der Hand hält; auch auf die entgegengesetzte Art laden, indem man sie an dem Knopf faßt, und die Funken aus dem Deckel in ihre äußere Belegung schlagen läßt.

§. 1025. Durch eine geladene Flasche kann man nun auch die Electricität des Electrophors selbst verstärken; wenn er nämlich mehr — E haben soll, so stellt man die auf der innern Seite + E geladene Flasche auf den Ruchen, und fährt sie, indem man sie bey dem Knopfe faßt, auf dem Ruchen hin und her; soll er + E stärker erhalten, so fährt man den Knopf der Flasche auf ihm herum, während daß man sie bey ihrer äußern Belegung anfaßt.

§. 1026. Die Erscheinungen des Electrophors (§. 1013. — 1022.) lassen sich sämmtlich sehr glücklich aus electrischen Wirkungskreisen erklären, und dienen auch zugleich, um die angeführten Gesetze der Electricität ins Licht zu setzen. Jeder getriebene Electrophor

phor ist mit seinem darauf liegenden Deckel als eine geladene und belegte Leidner Flasche oder Glasaufsehung anzusehen, und verhält sich auch wie diese. Alles läßt sich dabey auf folgende Art nach Hrn. Vichtenberg aus den Wirkungen der sich entgegengesetzten Electricitäten ohne Schwierigkeit folgern.

§. 1027. Wird nämlich der Hartkuchen gerieben, so wird sein natürliches — E auf der obern Seite frey, und da dünne Nichtleiter der Vertheilung der Electricität nicht widerstehen (§. 980.), so bindet dies — E gleichviel + E auf der andern Fläche des Kuchens, und stößt das — E dieser Seite aus. Ist die Basis nicht isolirt, so geht dies — E frey aus, oder sättiget sich aus den leitenden Körpern mit andern + E. Setzt man den isolirten Deckel auf den Kuchen, so bindet das — E der obern Seite des letztern das + E des Deckels, sobald er in seinen Wirkungskreis kommt, und das — E des Deckels wird frey und nach der obern Seite zu ausgestoßen. Daher zeigt nun der Deckel, während daß er auf dem Kuchen liegt, auf der obern Seite — E (§. 1014.). Berührt man ihn hier mit dem Finger, so sättiget sich dies freye — E mit + E aus demselbigen und es entsteht ein Funke (§. 1013.); nun scheint aber alles wieder todt (§. 1015.). Hebt man aber den Deckel nach diesem Berühren an seinen Schnüren in die Höhe, so wird das + E der untern Seite desselben, das vorher durch das — E des Kuchens gebunden war, wieder frey, wenn es außer den Wirkungskreis des Kuchens kömmt, und der Deckel hat jetzt eigentlich + E — E + E = + E, ist also positiv elektrisirt (§. 1019.), und giebt beym Berühren mit dem Finger einen Funken (§. 1018.), oder sein

sein freyes $+$ E sättigt sich mit $-$ E aus dem Finger. Legt man den Deckel, ohne ihn in der Höhe berührt zu haben, wieder auf den Kuchen, so bindet das $-$ E des Legtern das $+$ E des erstern, und es ist keine Electricität weiter zu spüren. Die Electricität entsteht beim Electrophor nicht durch Uebergang, sondern durch Vertheilung, und es läßt sich auch darnach das Perpetuelle desselben leicht einsehen.

§. 1028. Wenn die Basis isolirt ist, so kann das $+$ E der Form nicht abgeführt werden. Denn, wenn die obere Seite des Kuchens $-$ E hat, so bindet dies gleich viel $+$ E der untern Seite; dies $+$ wirkt aber auch zugleich auf die innere Seite der Form und stößt das $+$ derselbigen ab, und zieht das $-$ E an. Ist aber die Basis isolirt, so kann das $+$ E der Form nicht frey oder abgeführt werden. Wird der Deckel auf den Kuchen gelegt, so kann das nicht ganz freye $-$ E des Kuchens nicht so viel $+$ E des Deckels binden, folglich nicht so viel $-$ E frey machen, und daher ist bey der Berührung des Deckels der Funke nur schwach. Wenn aber Form und Deckel zugleich berührt werden, so ist der Fall anders, denn nun kann die Form ihr $+$ E sogleich entlassen, und also kann das $-$ E des Kuchens nun freyer wirken, und es entsteht der Erschütterungsfunkke (§. 1021.), indem sich das aus der Form abgeführte $+$ E mit dem freyen $-$ E der obern Seite des Deckels sättiget. — Wenn aber auch die Basis nicht isolirt ist, so entsteht doch der Erschütterungsfunkke (§. 1017.), wenn man Deckel und Form zugleich berührt, eben weil die Form ihr $+$ E entläßt, indem die obere Seite des Kuchens durch das $+$ E des Deckels beschäftigt wird.

§. 1029. Aus diesen Erscheinungen des Electrophors läßt sich auch die Ursach einsehen, warum eine jede losgeschlagene Leidner Flasche noch einen Funken giebt, wenn man sie zum zweytenmale berührt, indem sie jetzt wirklich einen geladenen Electrophor vorstellt.

Die Glastafel mit beweglichen Belegungen.

Volta's Condensator der Electricität, Cavallo's Collector.

§. 1030. Auf die Lehre von den electrischen Wirkungskreisen gründet sich auch noch der Condensator der Electricität, eine Erfindung des Hrn. Volta, und ein sehr wichtiger Beitrag zum electrischen Apparat. Er ist dem Electrophor ähnlich, nur daß er nicht wie dieser aus einer isolirenden, sondern aus einer halbleitenden oder schlechtleitenden Platte besteht, auf welche der wohl abgerundete Deckel von Metall vermittelst seidener Schnüre gelegt wird.

Volta, in den *philos. Transact.* Vol. LXXII. P. I.

§. 1031. Man macht diese Platte aus trockenem und reinem Marmor oder Alabaster, oder auch aus Holz mit Siegellack oder Firniß dünne überzogen, u. d. gl. halbleitender Materie. Der Deckel muß ganz genau an die Platte anschließen. Man kann auch eine Metallplatte mit Laffent auf ihrer untern Seite überziehen, seidene Schnüre daran befestigen, und sie dann so ohne untore Platte brauchen, wenn man sie auf einen Tisch, Stuhl, Buch, u. d. gl. legt.

§. 1032. Vermittelst dieses Condensators kann man äußerst schwache Electricitäten, die sonst nicht
ber

bemerkbar seyn, oder welche schnell und leicht verschwinden würden, merklich machen und sammeln, und er verdient daher auch den Namen eines *Mikroelectroskops* oder *Mikroelectrometers*.

§. 1033. Die Wirkung des Condensators beruht darauf, daß in einem electrisirten Körper, wenn er in den Wirkungskreis pñ. lichen Electricität vertheilt, ein Theil seines $\pm E$ durch gebunden, oder in der Folge folglich fähig wird, her anzunehmen, oder sein Diese Capacität wird besten, wenn nur dabei der Uebergang der Electricität man erhält, wenn scharfe Ecken und Spizen

er nas
, ein
mehr
und
nders
wird.
größ
3 oder
wel
ie alle
nach.

§. 1034. Wird also dem Deckel des Condensators Electricität angeführt, d. h. $\pm E$, so bindet die Basis durch ihr Deckel, die Intensität und die Capacität in mehr und mehr von ihnen, die unbemerkt der Basis ruhet, man ihn an den se von entfernt.

§. 1035. Um hierbei den wirklichen Uebergang der dem Deckel zugeführten Electricität in die Basis zu verhindern, wählt man eben zur leystern einen unvollkommenen oder Halbleiter, der diesem Uebergange der Electricitäten stark widersteht. Eine pñ. lig

lig isolirende oder nichtleitende Basis würde nicht dienen, weil sie der Vertheilung der electricischen Atmosphäre zu sehr widersteht, und folglich die Capacität des darauf liegenden Deckels nicht vermehrt wird. Ein dünner isolirter Condensator ist daher ebenfalls auch unwirksam.

§. 1036. Durch den Condensator hat man entdeckt, daß bey verschiedenen Zerstörungen oder neuen Zusammensetzungen von Körperarten, wobey Wasserstoff wirksam ist, sich Electricität entwickle, als bey der Ausdünstung des Wassers + E, beym Verbrennen der Kohlen, bey der Erzeugung brennbarer und Salspeterluft, bey der Erhitzung des menschlichen Körpers durch Bewegung, u. d. gl. m. Ist die Electricität eines Körpers, den man untersucht, so schwach, daß der Condensator nur schwache Spuren davon zeigt; so kann man sie nach Hrn. Cavallo dadurch merklicher machen, daß man sie von dem größten Deckel auf einen zweyten kleineren Condensator versetzt, und sie solchergestalt noch mehr condensirt.

§. 1037. Gegen diesen Volta'schen Condensator hat Hr. Cavallo den freylich gegründeten Einwurf gemacht, daß durch die Operation mit demselben Electricität ursprünglich erregt, oder die Basis electrophorisch werden kann, wodurch dann allerdings die damit erhaltenen Resultate trügerisch ausfallen müssen. Allein Hr. H. R. Lichtenberg hat diesen Fehler durch folgende sinnreiche Einrichtung desselben völlig gehoben. Auf eine Metallplatte, wozu die äußere Seite jedes flachen zinnernen Tellers gebraucht werden kann, werden 3 Stückchen Scheibenglas, so klein als man sie nur erhalten kann, etwa in der

Orbte des Buchstabens o, in einer ohngefähr gleichseitigen Triangel gelegt. Auf diese 3 Glasspuncte wird nun der Feller des Condensators gesetzt, der sonst die metallene Unterlage nicht weiter berühren muß. Auf diese Art wird bloß eine dünne Luftschicht zwischen zwey Leitern erhalten, und dadurch der Zweck der Einrichtung des Condensators völlig erreicht, dabey aber der Fehler der gewöhnlichen Einrichtung vermieden. Es ist gut, die Platten vor jedem desmaligem Gebrauch zu erwärmen.

Erlebens Naturlehre, von Hr. Lichtenberg. 4. Aufl. S. 489, f.

5. 1038. Steht kommt auch der vom Dr. C. B. v. v. vorgeschlagene Electricitäts-Sammler oder Condensator überein, der im Grunde der Lichtenbergsche Condensator mit doppelter Luftschicht ist. Er besteht aus einer Zinnplatte, 13 Zoll lang und 8 Zoll breit, an deren kürzere Seitenränder zwey gläserne Röhren, die an beiden Enden offen sind, angesetzt sind. In ein hölzernes Fußgestell sind zwey gläserne, mit Siegellack überzogene, Glasröhren eingefügt; ihre obere Enden sind in die untern Oeffnungen des hölzernen Röhren eingelüttet, so daß die Zinnplatte durch die Glasröhren vertical getragen wird, und völlig isolirt ist. In das hölzerne Bodestück, das die Zinnplatte trägt, ist auf beiden Seiten ein hölzerner Rahmen mit Hilfe eines Charniers befestigt, so daß diese Rahmen entweder mit der Platte parallel gestellt, oder horizontal niedergelegt werden können. Ueber die innere Seite dieser Rahmen ist von der Mitte ihrer Höhe Goldpapier ausgespannt, das noch wirksamer mit dünnem Stanniol überzogen werden kann. Wenn die Rahmen vertical stehen, so berühren sie die Zinnplatte.

platte nicht, sondern sind etwa $\frac{1}{2}$ Zoll davon ab. Sie sind auch etwas schmaler, als die Zinnplatte, um die zinnernen Röhren nicht zu berühren. Vermittelt eines oben angebrachten kleinen Bretts mit einer Klammer können die Rahmen im verticalen Stande fest erhalten werden.

Beschreibung eines neuen electrischen Instruments, um eine zerstreute und wenig verdichtete Quantität der Electricität zu sammeln, von Hr. Liberius Cavallo; aus den *Philos. Transf. Vol. LXXVIII. S. 233.* übers. im *Journal der Phys. B. I. S. 274. ff.*

§. 1039. Wenn das Instrument gebraucht werden soll, so stellt man es auf einen Tisch, in ein Fenster, oder an einem andern geeigneten Ort. Man stellt ein Flaschenelectrometer daneben, welches durch ein Eisendraht mit einer von den zinnernen Röhren in leitender Verbindung ist. Man veranbaltet eine andere leitende Verbindung zwischen der Zinnplatte und der electrisirten Substanz, deren Electricität man in der Zinnplatte sammeln will. Um z. B. die Electricität des Regens oder der Luft zu sammeln, stellt man das Instrument nahe an ein Fenster, und steckt das eine Ende eines langen Drahts in die Oeffnung der zinnernen Röhre, und läßt das andere Ende aus dem Fenster in die Luft hervorstehen. Durch die nahe Nachbarschaft der leitenden Substanz der Rahmen wird die Intensität der der Zinnplatte zugeführten Electricität geschwächt, folglich die Capacität der Zinnplatte dadurch vermehrt, ohne daß ein wirklicher Uebergang der Electricität aus der Zinnplatte in die leitende Fläche der Rahmen erfolgen kann. Werden nun die Rahmen horizontal niedergelegt, und so von der Zinnplatte entfernt, so wird die in der letzten vorher insensibel gemachte

Ele-

Electricität jetzt Fleß, und die Kugeln des Glaschens electrometers divergiren. Durch eine an das letztere genäherte geriebene Siegellackstange kann dann die Natur der gesammelten Electricität leicht erforscht werden. — Eine zu schwache Electricität kann man dadurch bemerklich machen, daß man sie aus dem größern Collector an einen kleinern versetzt.

Einige andere Erscheinungen der Electricität.

§. 1040. Die Electricität läßt sich auch im luftleeren Raume erregen, und eine kleine Electrificationschine unter der Glocke der Luftpumpe angebracht, liefert electricische Erscheinungen.

§. 1041. Die verdünnte Luft isolirt aber nicht mehr, sondern leitet sehr stark, und das electricische Licht breitet sich darin ungemein weit aus, und giebt im Dunkeln einen sehr hellen Glanz. Wenn man daher eine gläserne Kugel, die von Luft leer gepumpt ist, zum Reiber der Maschine nimmt, so erscheint sie im Dunkeln ganz mit Licht erfüllt. Das Leuchten der Barometer ist ebenfalls daher zu leiten.

§. 1042. Wenn man eine gläserne Glocke, die versehen ist, der hinabsteigt, auf eine luftleere Kugel aufsetzt, und einen Gegenstand hineingeht, so breitet sich das Licht in dem ganzen Raum der Glocke aus, und zeigt sich auch an den Knöpfen des Barometers.

trifften Conductors der Maschine hält, und zwar stehen anfangs helle Blitze, bis zuletzt alles mit γ erfüllt ist.

§. 1043. Sonst äußert die electrische Materie γ andere Wirkungen des Feuers; sie entzündet γ entzündliche Körper, wie z. B. Weingeist, Aether, brennbare Luft, Harzstaub, Schießpulver, und es geschieht diese Entzündung sowohl durch negative als positive Electricität; sie schmelzt Metalle und kühlt sie. Nur eigentliche Wärme kann man bey γ electrischen Flöte nicht durchs Gefühl oder durchs Thermometer wahrnehmen. Endlich führe ich hier an, daß man gefunden hat, daß der wiederholte Durchgang des electrischen Funkens durch ein Gemisch von phlogistisirter und dephlogistisirter Luft Salpetersäure hervorgebracht hat. Man hat zwar die Erzeugung dieser Säure bey diesen Versuchen lediglich der Zersetzung der Luftarten zugeschrieben; allein mir scheint hierbey die electrische Materie selbst allerdings das Wesentliche beizutragen.

Anmuthig über die Verwandlung eines Gemisches der dephlogistisirten Luft in Salpetersäure durch den electrischen Funken; im Journ. der Phys. B. I. S. 222. S.

Franklin's System.

§. 1044. Um die electrischen Erscheinungen zu erklären, habe ich seeplich in dem Vorhergehenden, γ dem Beispiele mehrerer gründlicher Physiker, dieselben Electricitäten angenommen; allein dieses habe auch nur hypothetisch. Mehrere gelehrte Naturforscher erklären dagegen diese Phänomene mit 1. Franklin aus dem Mangel und Ueberschuß einer eines

einigen Materie, und man kann jetzt freylich noch nicht behaupten, daß Franklins System widerlegt sey, ob es gleich die Erscheinungen nicht so leicht und glücklich erklärt, als das System zweyer verschiedenen sich entgegengesetzten electrischen Materien; und da, wo Mangel der natürlichen Electricität, oder negative Electricität, angenommen wird, diesen Mangel noch nicht erwiesen ist, ja eben so gut der Ueberschuß oder die positive Electricität für Mangel gehalten werden kann. Denn es ist ganz willkürlich die Glaselectricität für Ueberschuß, die Harzelectricität oder negative für Mangel der electrischen Materie angenommen worden.

§. 1045. Die Sätze dieses Franklinschen Systems sind folgende:

1) Es ist durch alle Körper eine feine Materie verbreitet, von welcher die electrischen Erscheinungen abhängen.

2) Die Theile dieser Materie stoßen sich unter einander ab; werden aber von den Theilen anderer Körper angezogen.

3) Wenn die Körper ihre ursprüngliche Menge dieser Materie enthalten, so zeigen sie keine electrische Erscheinungen.

4) Wenn aber in einem Körper die electrische Materie angehäuft wird, so ist er positiv electrifizirt; und wenn ihm seine natürliche Dosis derselben entzogen wird, so ist er negativ electrifizirt.

5) Dieser Mangel oder Ueberschuß der electrischen Materie entsteht entweder durch Uebergang oder durch Vertheilung.

Da der elektrische Wirkungskreis Luft ist, durch Vertheilung electrifirt, so läßt sich darnach auch einsehen, warum zwei negativ electrifirte Körper sich abstoßen. Da dünne Nichtleiter, wie Glas, zwar dem wirklichen Uebergange der Electricität, nicht aber den Wirkungen ihres Anziehens und Abstoßens widerstehen, so erklärt Franklin auch die Ladung der Flasche sehr leicht. Wird nemlich die innere Belegung positiv electrifirt, so stößt die hier angehäuften electrifische Materie die der äußern Seite aus, und daher wird diese negativ. Soll aber die abgestoßene electrifische Materie der äußern Seite abgeführt werden können, so muß diese nicht isolirt seyn. Werden die äußere und innere Belegung der Flasche in leitende Verbindung gesetzt; so strömt der Ueberschuß der inneren Belegungen zu der äußern Belegung plötzlich über, und das Gleichgewicht stellt sich her. — Auch die Erscheinungen des Electrophors lassen sich nach Franklins System erklären. — Selbst die Umdrehung des electrifischen Flugrades nach einerley Richtung durch positive und negative Electricität folgt ganz leicht aus diesem System.

- 3 New Experiments and observations on Electricity, by Mr. Benj. Franklin, Lond. 1751. 4. verm. 1769. 4.
 4 Des Hrn. Benjam. Franklins Briefe von der Electricität, a. d. Engl. mit Anm. von J. C. Wille. Leipzig 1758. 8.

§. 1016. So sehr man sich auch bisher mit electrifischen Versuchen beschäftigt hat, so sehr der Apparat dazu vervielfältigt worden, und so groß die Zahl der Erscheinungen ist, die man kennen gelernt hat; so müssen wir doch eingestehen, daß wir von der eigentlichen Natur des electrifischen Fluidums nur wenig wissen.

wissen. Hr. de Luc hat es versucht eine Theorie der electrischen Flüssigkeit zu entwerfen, die uns vielleicht nähere Aufschlüsse über die Natur und das Wesen derselben verschaffen kann. Er hält sie für eine zusammengesetzte Flüssigkeit, die, wie der Wasserdunst, aus einem fortleitenden Flüssigen oder expansiven Stoffe, und aus einer Basis besteht, welche letztere er die electrische Materie nennt. Für einen Bestands theil des erstern hält er das Licht. Die Kürze eines Handbuchs erlaubt nicht, seine scharfsinnige Theorie, und die Anwendung davon auf die electrischen Phänomene vorzutragen. Ich muß daher hier auf seine Schrift selbst verweisen. — Wenn man erwägt, daß in allen Fällen, wo Electricität ursprünglich erzeugt wird, immer ein brennbarehaltiger Körper zugegen seyn muß; daß das Amalgama, womit das Reibzeug bestrichen wird, beim Electrisiren wirklich unvollkommen verkorrt wird, und seinen metallischen Glanz endlich ganz verliert; daß dann auch seine Wirkung merklich abnimmt; sollte man hieraus, lasse ich, nicht mit vieler Wahrscheinlichkeit schließen können, daß die Lichtmaterie, woraus das brennbare Wesen besteht, hauptsächlich das electrische Fluidum bilden helfe? und sollte der eigene phosphorische Geruch, der beim Electrisiren bemerkbar wird, nicht muthmaßen lassen, daß vielleicht eine Säure die Basis der electrischen Flüssigkeit ausmache, die aber nur in äußerst geringer Menge mit der Lichtmaterie vereinigt ist? — Vielleicht wird man in Zukunft mehr Aufmerksamkeit auf die Natur des electrischen Fluidums verwenden, als man bisher gethan hat, und dann auch mehrere Aufschlüsse hierüber erhalten.

De Luc's neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. G.
186. u. f.

Einige besondere Arten der Electricität.

§. 1047. An dem Turmalin, einer Gabelstein, hat man schon seit geraumer Zeit die Eigenschaft entdeckt, daß er, wenn er erwärmt oder auch abgekühlt wird, Electricität erhält, und zwar entgegengesetzte Electricitäten an entgegengesetzten Seiten. Die Electricität äußert sich nach der Richtung seiner Achse, die durch die beiden Enden des Krystalles geht, so daß diese die entgegengesetzte Electricität haben. Durch Reiben mit schieflichen Materien erhält er die Electricität, wie andere Reibketter. Sonst hat man die Eigenschaft, durch bloße Erwärmung, ohne Reiben, electrifizirt zu werden, noch an dem brasilianischen Topas, am krystallisirten Galmey, und am Bosvackit wahrgenommen.

Ich theile hier die Eigenschaften des Turmalins in Abicht auf die Electricität nach Hrn. Cavallo (vollständige Abhandl. der Lehre von der Electricität, S. 26. ff.) mit:

- 1) So lange der Turmalin in einerley Grade der Wärme erhalten wird, zeigt er keine Merkmale der Electricität. Er wird aber electrifizirt, wenn man ihn erwärmt oder erkältet, und zwar in dem letztern Falle noch stärker, als in dem ersten.
- 2) Die Electricität zeigt sich nicht auf seiner ganzen Oberfläche, sondern nur in der Gegend zweyer entgegengesetzten Punkte, die man seine Pole nennen kann, welche allezeit in gerader Linie mit dem Mittelpunkte des Steines und nach der Richtung seiner Blätterliegen; nach welcher Richtung er vollkommen undurchsichtig ist, oder gleich nach der andern Richtung halbdurchsichtig erscheint.
- 3) Während der Zeit, da der Turmalin erwärmt wird, hat der eine Pol A von ihm $+E$, der andere Pol B $-E$. Wird er aber erkältet, so hat während der Zeit des

des Erkaltes $A - E$, und $B + E$. Wird der eine Pol mehr erwärmt, indem der andere mehr erkaltet, so kann es kommen, daß beide Pole $+ E$ oder $- E$ haben.

4) Wird er erwärmt, und nachher wieder abgekühlt, ohne daß eine seiner Seiten berührt wird, so hat $A + E$, $B - E$, die ganze Zeit der Erwärmung und Abkühlung hindurch.

5) Wenn der Turmalin auf einem isolirten Körper erwärmt oder erkaltet wird, so wird dieser Körper eben so wohl, als der Stein, electrifirt, und erhält die entgegengesetzte Electricität von derjenigen, die sich in der darauf ruhenden Seite des Steins befindet.

6) Die Electricität einer jeden oder beider Seiten kann sich in die entgegengesetzte verwandeln, wenn der Turmalin beim Erwärmen oder Erkalten verschiedene Substanzen berührt.

7) Wird der Turmalin in verschiedene Stücke geschnitten, so hat jedes Stück seinen positiven und negativen Pol, einen jeden nach der positiven oder negativen Seite des Steins zu, aus welchem man das Stück geschnitten hat.

8) Diese Eigenschaften des Turmalins zeigen sich auch im luftleeren Raume, aber nicht so stark, als an der Luft.

9) Canton hat an einem im Dunkeln erwärmten Turmalin während der Erwärmung ein sehr lebhaftes Licht wahrgenommen.

Die

wie von den beiden einseits der Kasse zugehörigen Ecken, welche abgestumpft ist, + E hat, während die gegenüberstehende nicht abgestumpfte Ecke — E zeigt.

Ueber die Electricität des Boracits, oder Boraxspathes, vom Hrn. Abbe Lairy; im Journal der Phys. B. VII. S. 87. f.

§. 1048. Noch merkwürdiger ist die Electricität einiger Fischearten. Am stärksten entdeckte man sie an dem Zitteraal, oder electrischen Aal (*Gymnotus electricus*), der, wenn er gereizt wird, bey der Berührung mit der Hand, oder auch mit einem Leiter, und selbst bey der Entfernung im Wasser, eine starke Erschütterung und einen heftigen Stoß in den Gelenken der Finger, ja sogar bis zum Ellensbogen, verursacht, als wenn man eine geladene Leidner Flasche mit den Händen entladet. Bey Berührung und Reizung des Fisches durch Nichtleiter empfindet man keinen Stoß. Ähnliche, wiewohl schwächere, Wirkungen hat man an dem Zitterrochen (*Raja Torpedo*) wahrgenommen, an dem Hr. Walsh wirkliche electrische Funken sichtbar gemacht hat, als er den aus dem Wasser genommenen Fisch reizte. Endlich gehört noch hieher der Zitterwels (*Silurus electricus*), und der electrische Stachelbauch (*Tetrodon electricus*).

Vom Zitteraal hat Hr. Bloch (*Naturgeschichte der ausländischen Fische*, Th. II. Berl. 1786. 4. S. 43.) die Nachrichten darüber sorgfältig gesammelt.

Vom Zitterrochen sehe man; *John Walsh of the electric property of the Torpedo*; in den *philos. Transact.* Vol. LXIII. S. 461.

Vom Zitterwels: *Bronssonet*, in den *Mém de l'acad. roy. des sc. de Paris*, 1782.

Vom electrischen Stachelbauch: *Peter son*, in den *philos. Transact.* Vol. LXXXI. P. II. S. 388.

§. 1041.
Galvani,
nannte, ist
Ansehung d
aber verwei
sen.

och die von Hrn.
entdeckte, so ge
erwähnen. In
nähern Umstände
folgenden Schrift

Mossi Galvani Abhandlung über die Kräfte der thieris
schen Electricität auf die Bewegung der Muskeln,
nebst einigen Schriften der H. H. Valli, Carminati
und Voltas über eben diesen Gegenstand. Heraus
geben von D. Joh. Mayer. Prag 1793. 8. Stens
Journal der Phys. B. VI. S. 371. ff. S. 382. ff.
S. 392. ff. S. 402. ff. S. 411. ff. S. 414. ff.

Achter Abschnitt.

Magnetische Materie.

§. 1050.

Ein besonderes Eisenetz, das unter dem Namen des
Magnets (Magnetes) bekannt ist, hat die Eigens
schaft, das Eisen an sich zu ziehen, und mit ziemli
cher Kraft an sich zu halten. Die Wirkung dieser
Anziehung äußert sich schon in der Entfernung, und
wenn das Eisen leicht und beweglich genug ist, so
bewegt es sich in der Nähe des Magnets gegen den
selbigen zu, und auch umgekehrt der Magnet gegen
das Eisen, wenn er Beweglichkeit genug hat.

Versuche: An einen rohen Magnet hängt sich Eisenfeile
als ein Bart an.

Eine Nadel, die an einem Faden hängt, wird in der Ent
fernung nach dem Magnet gezogen.

Eisenfeile, die auf Quecksilber oder auf einem Papier auf
Wasser schwimmt, bewegt sich schon in der Entfernung
gegen einen Magnet.

Ein Magnet, der auf einem Brett auf Wasser oder auf
Quecksilber schwimmt, wird schon in der Entfernung
vom Eisen angezogen.

§. 1051.

§. 1051. Der Magnet, der sich frey genug bewegen kann, bleibt nicht in jeder Lage, die man ihm giebt, sondern wendet sich ohngefähr mit einem Ende gegen Norden, und mit dem entgegengesetzten nach Süden zu. An diesen sich einander entgegengesetzten Enden hängt sich auch das Eisenfeil in der größten Menge am Magnet an, und kleine Stücker Eisenrath stellen sich hier senkrecht auf den Magnet.

Versuche: Ein Magnet, der an seinem Schwerpunkt durch einen Faden aufgehängt ist, dreht sich mit einer Seite nach Norden, mit der andern nach Süden.

Eben dies geschieht, wenn er auf Quecksilber schwimmt.

An diesen entgegengesetzten Enden hängt sich das Eisenfeil am stärksten an, und stellt sich ein Stücker seines Eisenrath aufrecht.

§. 1052. Diese sich einander entgegengesetzten Punkte des Magnets nennt man die Pole desselben, und zwar wegen ihrer Richtung den einen den Nordpol (*polus boreus*), den andern den Südpol (*polus australis*). Es giebt auch Magnete mit drey und mehrern Polen, welche zusammengesetzte oder anomalistische Magnete genannt werden, und aus mehreren verwachsenen Magneten zu bestehen scheinen.

§. 1053. Die Richtung des Magnets oder die Lage seiner Achse, d. h. der geraden Linie, die man von einem Pol desselben zum andern ziehen kann, stimmt nur ohngefähr mit der Mittagslinie überein; und läßt sich am besten durch die künstliche Magnetnadel (*acus magnetica, versorium*) zeigen, von deren Einrichtung weiterhin geredet wird.

§. 1054. Der Magnet zieht das Eisen am stärksten, wenn es im vollkommensten regularisiren Zu-

stände ist. Die Anziehung desselben dagegen wird schwächer, wenn das Eisen vererzt, oder in Säuren aufgelöst, oder mit andern Metallen, besonders mit Arsenik verbunden wird, doch ist sie unter den gehörigen Umständen nach Hrn. Brugmann allerdings noch bemerkbar.

Versuche: Einige Tropfen frische Eisenvitriolanfsölung auf einem auf dem Wasser schwimmenden Papier werden vom Magnete angezogen.

§. 1055. Ueberhaupt lehrt die Erfahrung, daß das Eisen immer um desto schwächer angezogen werde, je mehr es dephlogistisirt wird, und ganz vollkommener Eisenkalk wird nicht gezogen. Wir wissen jetzt gewiß, daß das Eisen nicht das einzige Metall ist, welches vom Magnete angezogen wird. Der Kobaltkönig, auch der reinste, ist nicht nur fähig, vom Magnete gezogen, sondern auch sogar selbst zum Magnete zu werden, und wirklich hat man jetzt auch schon Magnetnadeln von einem Kobaltmetall.

Erweis, daß das Eisen nicht das einzige Metall sey, welches der Magnete in seiner Reinigkeit anziehet, sondern daß er auch diese anziehende Kraft gegen das Metall des allerreinsten blaufärbenden Kobaltkönigs äußere, von Hrn. J. E. Kohl; in Crells neuesten Entdeckungen, Th. VII. S. 39. ff.

§. 1056. Die Kraft des Magnets, das Eisen zu ziehen, wird verstärkt, wenn man die Pole desselben sehr glatt abschleift, und dünne eiserne Platten, die sich unten in einen dickern hervorstehenden Fuß endigen, daran befestiget. Diese Platten ziehen nun weit mehr, als der Magnete selbst.

§. 1057. Der auf diese Art vorgerichtete Magnete heißt gewaffnet oder armirt (armatus), und die Stücke Eisen seine Armaturen oder Panzer. Und die

die Stärke der Anziehung des Eisens durch Gewichte bequem auszufinden, dient ein eiserner Stab, der mit seiner platten Seite an die Pole oder künstlichen Pole des Magnets anschließt, und in der Mitte mit einem Haken zum Anhängen der Gewichte versehen ist. Man nennt diesen Stab den Anker.

§. 1058. Die Wirkung des Magnets auf das Eisen nimmt mit der Entfernung ab. Man kennt indessen keinesweges genau das Gesetz, nach welchem die Anziehung eines und desselben Magnets auf das Eisen ab- oder zunimmt. Hr. von Saussure hat durch seine Magnetometer gefunden, daß die Kraft des Magnets gegen das Eisen an verschiedenen Orten veränderlich ist.

: Saussure Beschreibung eines neuen Magnetometers; in seinen Reisen durch die Alpen, Th. II. S. 126. ff.

§. 1059. Die Erfahrung lehrt, daß bei gleicher Entfernung die Intensität der Anziehung zwischen Eisen und Magnet dieselbige bleibt, es mag zwischen beiden ein Mittel seyn, welches es will, nur nicht ein solches, das selbst der Mittheilung des Magnetismus fähig ist, als Eisen. Auch im luftleeren Raume bleibt die Anziehung dieselbige.

Hierauf gründen sich allerley Spielereien und Taschenkünste.

Versuche: Die Magnetnadel wird vom Eisen angezogen, auch wenn sie unter Glase, hinter Messing, Bretter, Büchern, u. d. gl. steht.

Eine unter der Glocke der Luftpumpe im leeren Raum derselbigen hängende Magnetnadel wird durch das äußerlich an die Glocke gehaltene Eisen angezogen.

§. 1060. Der Magnet zieht nicht allein das Eisen an, sondern auch einen andern Magnet. Allein die Pole des Magnets ziehen sich nicht abson-
ters

verschied an, sondern nur die ungleichnamigen; oder der Nordpol des einen Magnets zieht nur den Südpol des andern, und umgekehrt, und beide hängen bey der Berührung stark zusammen. Dies Anziehen nimmt auch mit der Entfernung immer mehr ab; kann sich aber bey starken Magneteten auf eine beträchtliche Weite erstrecken.

§. 1061. Die gleichnamigen Pole des Magnets hingegen, als der Nordpol des einen und der Nordpol des andern, der Südpol des einen und der Südpol des andern, ziehen sich nicht nur nicht an, sondern stoßen sich sogar zurück. Dies Zurückstoßen erstreckt sich auch in die Entfernung, nimmt aber damit immer mehr und mehr ab.

§. 1062. Hieraus folget also das allgemeine Gesetz: ungleichnamige Pole des Magnets ziehen sich an, gleichnamige Pole desselben stoßen sich ab.

Versuche: Der Nordpol des einen Magnets hängt mit dem Südpol eines andern zusammen.

§. Zwischen dem Nordpol oder Südpol des einen, und dem gleichnamigen des andern, ist keine Spur von Zusammenhang zu merken, wenn sie sich berühren.

Ein Magnet, der an einer Waage ins Gleichgewicht gebracht ist, wird bey der Annäherung der ungleichnamigen Pole eines andern Magnets herabgezogen (so wie vom Eisen), bey Annäherung der gleichnamigen Pole aber in die Höhe gestoßen.

Der Nordpol einer Magnetsnadel sticht vor dem Nordpol des Magnets, und geht nach dem Südpol desselbigen zu, der hingegen wieder den Südpol der Magnetsnadel abstoßt.

§. 1063. Wegen dieser Wirkungen heißen die ungleichnamigen Pole zweyer Magnete auch freundschaftliche (p. amici), die gleichnamigen feindschaftliche (p. inimici).

§. 1064.

§. 1064. Das Eisen, besonders der Stahl, ist der Mittheilung des Magnetismus fähig, und kann die Eigenschaften des Magnets, anderes Eisen zu ziehen, und die Polarität erlangen. Das magnetisch gemachte Eisen oder Stahl heißt überhaupt ein künstlicher Magnet, und übertrifft an Wirkung oft den natürlichen.

§. 1065. Der Magnetismus kann dem Stahle und Eisen auf verschiedene Art durch einen natürlichen Magnet mitgetheilt werden. Schon dadurch, daß eine eiserne oder stählerne Nadel an der Nussart eines natürlichen Magnetes eine kurze Zeit hängt, erhält sie das Vermögen, leichtes Eisenfeil zu ziehen, und zeigt an der Spitze, womit sie den Pol des Magnets berührt, den entgegengesetzten Pol des Magnets, oder die Spitze der Nadel wird z. B. zum Südpol, wenn sie an dem Nordpol des Magneten hing. In dieser Mittheilung des Magnetismus liegt auch zum Theil der Grund, daß sich an dem am armirten Magnet hängenden Bart vom Eisenfeil noch mehreres anlegt, und daß man auf diese Art eine große Menge Eisenfeil schwebend erhalten kann.

§. 1066. Stärker und dauerhafter ertheilt man dem Stahle oder gutem Eisen den Magnetismus durch das Streichen mit dem Magnet. Man hat eine doppelte Art, die eine heißt der einfache Strich, die andere der Doppelstrich. Um so etwa in einem eisernen oder stählernen Stabe den Magnetismus zu erregen, so setzt man beim einfachen Strich auf den gehörig fest liegenden Stab einen Pol des armirten Magneten in der Mitte des Stabes auf, und fährt ihn nach dem Ende zu ab, setzt ihn in der Mitte des Stabes wieder auf, und fährt so mit einem ge-
linden

den Striche mehrere male fort. Das Ende des eriebenen Hälfte des Stabes wird der entgegengesetzte, oder der ungleichnamige, oder der freundschaftliche Pol des natürlichen Magnets, also zum Südpol, wenn man mit dem Nordpol dies Streichen errichtete. So verfährt man nun auch mit der andern Hälfte des Stabes, setzt den andern Pol des ermitzten Magnets auf, und streicht damit. Man muß hierbey überhaupt aber nicht die Pole verwechseln, oder rückwärts streichen.

§. 1067. Durch den Doppelschlag (§. 1066.) magetisirt man den Stahl oder das Eisen; wenn man ein armirten Magnet mit seinen beiden Polen der Länge nach auf den Stab aufsetzt, und so der Länge nach mehrere male von dem einen Ende bis zum andern reibt, und zuletzt den Magnet wieder von der Mitte des Stabes abfährt. Das Ende des Stabes, welchem bey diesem Reiben der Nordpol des armirten Magnets zunächst war, wird zum Südpol, und das andere zum Nordpol.

§. 1068. Weiches Eisen nimmt hierbey den Magnetismus leichter an, als hartes, oder als Stahl, verliert ihn aber auch leichter als dieses. Ist um ihn in den magnetisirten Stäben zu erhalten, ist es gut, zwey davon so neben einander aufzuwahren, daß ihre freundschaftlichen Pole bey einander liegen, und mit einem Hufe geschlossen sind.

§. 1069. Auf eine ähnliche Art macht man auch die magnetischen Hufeisen, an denen man die Kräfte der Anziehung gegen das Eisen ebenfalls durch einen Hufe und durch angehängte Gewichte, wie bey dem armirten Magneten (§. 1057.), bestimmen kann.

§. 1070. Auch den Magnetnadeln (§. 1053.) wird auf diese Art der Magnetismus entweder durch den einfachen Strich oder den Doppeltstrich ertheilt. Sie werden aus dünnem Stahle bereitet, und sind in der Mitte mit einem recht glatt ausgehöhlten Hute von Messing oder Wachs versehen, mit welchem sie auf einer feinen Spitze horizontal schweben, und sich frey darauf bewegen können. Ihre Vollkommenheit beruhet auf ihrer gehörigen und symmetrischen Figur, auf der Stärke des ihr mitgetheilten Magnetismus, und auf der Freyheit ihrer Bewegung.

Vom Compass oder der Boussole: seinem Gebrauche und Nutzen.

Eine neue sehr empfindliche Art der Aufhängung der Magnetnadeln vermittelt der starken Fäden der Erzenzspinne hat Hr. Bennet angegeben.

A new Suspension of the magnetic needle, intended for the discovery of minute quantities of magnetic attraction; by A. Bennet, in den *philos. Transact.* 1792. S. 81. ff.

§. 1071. Die Magnetnadeln und der Magnet richten sich aber in den wenigsten Fällen genau nach Norden, und die Polarität derselbigen gilt nur mit Einschränkung. Wir finden vielmehr, daß die Magnetnadel an den meisten Orten auf der Erde sich von der wahren Richtung der Mittagslinie entweder nach Westen oder nach Osten je mehr oder weniger abwendet, und daher der magnetische Meridian nicht mit dem wahren Meridian immer übereinstimmt. Der Winkel, welchen sie auf diese Art mit der wahren Mittagslinie macht, heißt die Abweichung oder Declination der Magnetnadel. (*declinatio* f. *variatio acus magneticae*).

§. 1072. Die Abweichung der Magnetnadel ist an den verschiedenen Stellen der Erde verschieden. Es giebt einige Stellen, wo die Abweichung gar nicht stattfindet, oder wo die Richtung der Achse der Nadel mit der Mittagslinie des Orts genau parallel ist; andere, wo die Nadel westlich; andere, wo sie östlich abweicht. Aus mehreren Beobachtungen hat manorten entworfen, worauf diese Abweichungslinien der Nadel gezeichnet sind (Declinationsarten).

§. 1073. Eine solche Linie auf der Erde, auf welcher die Magnetnadel nicht abweicht, geht von dem südlichen Theile des großen Indischen Meeres, und Neuholland, durch die philippinischen Inseln, das südliche China und durch Asien, vermuthlich bis in das Eismeer zwischen Nova Zembla und Spitzbergen. Eine andere solche Linie, auf der keine Abweichung der Nadel stattfindet, geht durch das äthiopische Meer und einen Theil des atlantischen Meeres, bey dem Cap St. Augustin in Brasilien vorbey, und neben den Bermudischen Inseln, endlich in die nordamerikanischen Länder. Von dieser letztern Linie an ist auf der Erde nach Osten zu die Abweichung der Magnetnadel westlich. Diese ist also in ganz Europa, in Africa, in dem östlichen Theile der nordamerikanischen Länder, und in dem südlichen Theile des westlichen Asiens westlich. Die Abweichung nimmt von jener Linie an immer mehr und mehr zu, bis im Ocean westwärts von Großbritannien, und ostwärts vom Vorgebürge der guten Hoffnung, wo sie 1770 am größten war, nemlich 25° . Von hier annimmt die Abweichung der Nadel immer mehr und mehr ab, je weiter man nach Osten zu kommt, und wird

immer kleiner, bis sie sich an der ersten erwähnten Linie ohne Abweichung ganz wieder verliert. Von dieser Linie an ostwärts fängt die Abweichung an östlich zu werden, und nimmt immer mehr und mehr zu. Die größte östliche Abweichung von 25° ist unterhalb der südlichen Spitze von Americq. Von hier an nimmt die östliche Abweichung wieder ab, und verliert sich endlich auf der angezeigten zweyten Linie ganz.

Berliner astronomisches Jahrbuch für 1779.

§. 1074. Selbst aber auch an einerley Orten ist die Abweichung nicht zu allen Zeiten dieselbige, sondern leidet Veränderungen, (*variatio declinationis*). Nach lange fortgesetzten Beobachtungen zu Paris hat man gefunden, daß die Nadel vor dem Jahre 1666 östlich abwich; im Jahre 1666 selbst hatte sie keine Abweichung. Seit dieser Zeit fing sie an, immer mehr und mehr westlich abzuweichen, und im Jahre 1783 betrug diese westliche Declination $21^{\circ} 4'$. Jetzt scheint die westliche Abweichung daselbst wieder abzunehmen. Man sieht hieraus leicht, daß die Declinationskarten nicht für immer dienen können. — Sonst erfährt die Abweichung der Nadel auch nicht selten eine kurze temporelle Veränderung an einem und eben demselbigen Orte, die manchmal sehr beträchtlich seyn kann.

§. 1075. Wenn auch die Magnetnadel so gearbeitet war, daß sie vor dem Streichen mit dem Magnete völlig waagerecht auf der Spitze schwebte, so findet man doch, nachdem sie magnetisirt worden ist, daß sie ihr Gleichgewicht in etwas verliert, und sich mit der einen Spitze unter den Horizont neigt. Der

Winkel

Winkel, welchen die dazu eingerichtete Nadel mit der Horizontallinie macht, heißt die Neigung oder Inclination der Magnetnadel, (*inclination acus magneticae*).

§. 1076. Um die Magnetnadel so aufzuhängen, daß sie die Inclination ungehindert zeigt, dient die gewöhnliche Einrichtung mit dem Hute nicht, sondern sie wird gewöhnlich mit Zapfen versehen, an welchen sie in der Mitte eines Ringes hängt. (Neigungsnadel, Neigungscompaß.) Um die Neigung gehörig zu bemerken, muß die Nadel auch zugleich im magnetischen Meridian stehen. Denn wenn ihre Achse nicht im magnetischen Meridian ist, so sind die Neigungen größer, und wenn sie den magnetischen Meridian rechtwinklig durchschneidet, so steht sie gar völlig lothrecht, wenn sie anders gut und fein genug gearbeitet ist.

Wolf nützliche Versuche, Th. III. Cap. 4. §. 61. Recueil des pieces sur les boussoles d'inclinaison, à Paris 1748. 4. Branden und Höschel Beschreibung des magnetischen Declinatorii und Inclinatorii, Augsb. 1779. 8.

§. 1077. In dem größten Theile der nördlichen Halbkugel unsrer Erde ist es der Nordpol der Magnetnadel, der sich gegen die Horizontalebene neigt. Diese Neigung ist nicht an allen Orten gleich stark, und nimmt zu, je weiter der Ort vom Aequator absteht, oder je größer seine Breite ist. In der südlichen Halbkugel unserer Erde macht die Spitze des Südpols der Magnetnadel die Neigung, und diese nimmt ebenfalls nach Verhältniß der Breite des Orts zu. Sonst ist die Inclination der Nadel, so wie ihre De-

clination, mancherley zufälligen Veränderungen unterworfen.

- Beobachtungen neuerer Zeiten über die Größe der Neigung der Nadel hat Hr. Cavallo in einer Tabelle zusammengestellt: Theoretische und practische Abhandlung der Lehre vom Magnet, mit eigenen Versuchen, von Liber. Cavallo. a. d. Engl. Leipz. 1789. 8.

§. 1078. In Eisen und Stahl kann der Magnetismus auch ursprünglich hervorgebracht werden, ohne Beihülfe eines natürlichen oder künstlichen Magneten, und also ohne Mittheilung des Magnetismus. Man hat gefunden, daß eiserne Stangen und Stifte, wenn sie eine Zeitlang in lothrechter Stellung aufgestellt wurden, wenigstens Polarisität zeigten, noch mehr, wenn sie in magnetischen Meridianen unter einem Winkel gegen den Horizont geneigt standen, wie es die Inclinationsnadel anzeigt. Das untere Ende eines solchen Stabes stößt den Nordpol der Magnetnadel, und zieht den Südpol. Es ist also selbst der Nordpol. Die Polarisität ist aber nur von ganz kurzer Dauer, und verliert sich bey einer horizontalen Stellung bald wieder. So kann man auch augenblicklich Polarisität in einer eiserne Stange zuwege bringen, wenn man sie lothrecht in der Hand hält, und mit einem Hammer oder Schlüssel von einem Ende der Stange bis zum andern Ende sanft klopft. Das untere Ende wird der Nordpol, das obere der Südpol. Durch Umkehren der Stange und neues Anschlagen kann man die Pole leicht wieder verwechseln. Stählerne Werkzeuge, womit man kaltes Eisen bohrt oder schneidet, werden an der Spitze oft magnetisch; imgleichen zeigt das Eisen Polarisität, wenn es glühend im kalten Wasser

Wasser abgerissen ist, oder gewaltsam zerbrochen wird. Durch die electrischen Funken hat man magnetische Kraft in dem Eisen entstehen, durch stärkere sie aber auch wieder verschwinden gesehen.

§. 1079. Außer mehreren von Hrn. Knigth, Mitchell, Canton, Ingenhouß ausgefundenen Methoden, den Magnetismus im Eisen ursprünglich zu erregen, hat besonders Hr. Antheaume eine Methode bekannt gemacht, nach welcher man leicht und bequem den Magnetismus im Eisen ursprünglich erwecken und sehr stark machen kann, von der in den Vorlesungen selbst gehandelt, und das Verfahren haben umständlicher gezeigt wird.

Knigth in den *philos. Transact.* Vol. LXIX. S. 51. ff. A Treatise of artificial magnets, by J. Mitchell, Lond. 1750. 8. Canton, in den *philos. Transact.* Vol. XLVII. S. 31. ff., u. überf. im *Hamburg. Mag.* Bd. VIII. S. 339. Ingenhouß vermischte Schriften, B. I. S. 409. ff. Mémoire sur les aimants artificiels, qui a remporté le prix de l'acad. de Peterb., par Mr. Antheaume, à Paris 1760. Karstens Entwurf der Naturwissenschaft §. 583. ff.

§. 1080. Der natürliche Magnet sowohl, als der künstliche, verliert seinen Magnetismus gänzlich durch das Glühen im Feuer, und durch das Calciniren. So wird auch dem Stahle oder Eisen der Magnetismus durch starkes Werfen, Krummbiegen, oder durch Rückwärtsstreichen bald wieder geraubt. Wie man in den magnetisirten Stäben den Magnetismus dauerhaft erhalte, das habe ich oben (§. 1086.) schon angeführt. Eben so bewahrt man auch am besten armirte Magnete oder magnetische Hufeisen auf, indem man sie paarweise mit ihren fremdschäftlichen Polen an einander legt.

§. 1081. Noch ist hier folgendes, von Hrn. Brugmans entdeckte, Phänomen beim Streichen eines Stabes von Eisen oder Stahl mit dem Magnet, zu erwähnen. In jedem Stabe, er sey von Eisen oder Stahl, AC (Fig. 127.) giebt es zwei Punkte M und N, die so beschaffen sind, daß, wenn man bey ihnen mit dem Streichen eines starken Magnets, womit man an einem Ende, wie in A, angefangen hat, aufhört, bald in A, bald in C keine magnetische Kraft hervorgebracht wird. Wenn man nemlich nur bis M gestrichen hat, so wird in A kein Magnetismus erscheinen; streicht man bis N, so wird er am andern Ende C mangeln, ob man gleich, wenn man dies: oder jenseits der Punkte M und N mit Streichen aufhört, einen bemerkbaren Magnetismus an beiden Enden hervorbringt. Hr. Brugmans nennt diese Punkte M und N Indifferenzpunkte, weil die Enden der Stäbe, die bis dahin gestrichen werden, auf die Pole einer Magnetenadel ohne Unterschied (indifferent) wirken, und beide mit gleicher Leichtigkeit anziehen.

Philosophische Versuche über die magnetische Materie, und deren Wirkung in Eisen und Magnet, a. d. Lat. des Hrn. Anton Brugmans überf. herausgegeben von Christ. Gottl. Eschenbach. Leipz. 1784. 8. S. 70. ff.

§. 1082. Hr. van Swinden, der die Theorie der Indifferenzpunkte des Hrn. Brugmans mit sehr vielem Scharfsinn untersucht hat, setzte zu diesen Indifferenzpunkten noch einen culminirenden Punkt, mit dem es folgende Bewandniß hat. Wenn man das eiserne Stäbchen AC mit dem Pole eines Magnets, z. B. mit dem Nordpole, von A nach C streicht,

Freicht, so erscheint im Anfange in A der Südpol und in C der Nordpol, dessen Kraft immer zunimmt, indem man den Magnet durch einen bestimmten Raum von A fortführt. Es ist aber ein Punct in dem Stäbchen AC von der Eigenschaft, daß, wenn der Magnet vom Ende A bis dahin geführt worden, alsdann das Maximum der nördlichen Kraft an dem Ende C beobachtet werde. Diesen Punct nennt Hr. van Swinden den culminirenden Punct (*punctum culminans*), weil, wenn man diesseits oder jenseits dieses Punctes mit Streichen aufhört, die Polarkraft am Ende C allemal schwächer ist. Hr. van Swinden zeigt durch seine Versuche, daß die drey Puncte, nemlich, der culminirende Punct und die beiden Indifferenzpuncte, nicht nur von der Länge und Dicke des eisernen Drathes oder Stabes, sondern auch von der Härte des Eisens und der Stärke des Magnets abhängen.

Brugmans a. a. D. S. 81. f. Tentaminat theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis. Specimen I. sistens principia generalia ad novam punctorum indifferentiae et puncti culminantis theoriam. Franco- qu. 4. maj.

Hrn. Prevost's Theorie des Magnetismus.

1. 1083. Die so auffallenden Erscheinungen des Magnetens, und unsere Neigung, zu den wahrgenommenen Wirkungen auch eine passende Ursache zu haben, aus der man sie herleiten kann, haben manche Theorie über den Magnetismus erschaffen. Man muß von mehreren derselben abstrahiren, daß sie physikalische Romane sind. Ich theile hier die Theorie des Hrn. Prevost füglich mit, die mir die Phänomene des Magnetismus am glücklichsten zu erklären scheint, und hütet uns noch nicht so bekannt ist, als sie es zu seyn verdient.

De l'origine des forces magnetiques, par P. Prevost, à Geneve 1788. 8., und im Auszuge, in seinen Recherches physico-mecaniques sur la Chaleur, à Geneve 1792. 8. S. 218. ff. Aus letzteren habe ich das Folgende wörtlich übersezt.

§. 1084. Die feiner und expansiblen Flüssigkeiten, die eine so große Rolle in den Operationen der Natur spielen; sind discrete Flüssigkeiten, deren Theilchen sich nach allen Seiten zu bewegen, ein jedes nach der Richtung, in die es eine constante mechanische Ursache treibt.

Eine discrete Flüssigkeit kann entweder einfach oder zusammengesetzt seyn. Die zusammengesetzte entsteht entweder durch eine bloße Vermengung (melange), oder durch eine Vermischung (combinaison). Hr. Prevost nennt die eine gemengt (mixte), die andere gemischt (combine). In einer discreten gemischten Flüssigkeit sind alle Grundmassen (molecules) gleichartig, und eine jede Grundmasse ist durch die Verbindung von zwey oder mehreren verschiedenen Elementen gebildet.

Die magnetische Flüssigkeit ist eine discrete gemischte Flüssigkeit, deren Grundmassen durch die Verbindung von zweyen ungleichartigen Elementen gebildet sind. Wenn ihre Grundmassen zersezt werden, so verbinden sich ihre gleichartigen Elemente, und bilden so zwey magnetische Elementarflüssigkeiten, die Hr. Prevost rein nennt, im Gegensatz der gemischten Flüssigkeit, die vor der Zerlegung existirte.

Es ist eine Eigenschaft der Elemente der magnetischen Flüssigkeit, zweyerley Affinitäten unterworfen zu seyn; die eine äußert sich in der Entfernung, die andere bloß bey der Berührung. Vermöge der ersten ziehen sich die heterogenen Elemente, wenn die Anziehungen der homogenen gleich sind, stärker an, als die homogenen. In Folge der zweyten übt das Eisen eine Wahlanziehung gegen die Elemente beider Arten aus, eben so auch gegen ihre Aggregation; so bald man sie mit diesem Metall in Berührung bringt..

§. 1085. Das magnetische Fluidum ist in der Atmosphäre verbreitet, und dringt in das Innere der Erde.

Die Affinität ihrer heterogenen Grundmassen nöthigt sie, sich zu verbinden, überall wo sie frey sind. Die Flüssigkeit existirt daher bloß gemischt. Aber da, wo sie nicht ganz frey (gènes) sind, wie im Eisen, werden sie öfters zersezt, und bilden reines Fluidum von beiden Arten.

§. 1086. Im natürlichen Zustande enthält das Eisen die magnetische Flüssigkeit nur gemischt. Das magnetisirte Eisen enthält zersezttes Fluidum, dessen Elemente, jedes besonders verbleibet, unter der Gestalt reiner Flüssigkeit, verschiedne Stellen einnehmen, die man Pole nennt.

§. 1087.

Erstes Phänomen.

Im natürlichen Zustande zeigt das Eisen keine magnetische Kraft.

Erklärung.

Da das Eisen seit langer Zeit die Quantität der magnetischen Flüssigkeit bezieht, welche es seiner Natur nach enthalten kann und das umgebende magnetische Fluidum frey ist; so können bey der Annäherung zweyer Stücke Eisen im natürlichen Zustande diese nicht wechselseitig einander afficiren. Denn wenn die Flüssigkeit des einen irgend eine Anziehung gegen das andere ausüben sollte, so müßte sie dieselbe ebenfalls auf die umgebende Flüssigkeit ausüben, und es würde sich sogleich die letztere hinter die Eisenstücke ergießen, oder sich von denselben entfernen, gerade in hinreichender Menge, um ihre Annäherung zu hindern.

§. 1088.

Zweytes Phänomen.

Wenn man Eisen einem Magnete *) nähert, so wird das Eisen nur in so ferne angezogen, als es selbst magnetisch wird.

Erklärung.

Wenn ein gemischtes Theilchen sich in gleichen Distanzen zwischen zwey gleichen Massen des magnetischen Fluidums befindet, wovon eine gemischtes, die andere reines Fluidum ist, so bleibt es unbedinglich. Denn die Anziehungen der homogenen und heterogenen Theile sind von beiden Seiten vollkommen gleich.

Eisen also, das im natürlichen Zustande ist, das heißt, bloß gemischte Theile des Fluidums enthält, wird von der reinen Flüssigkeit des einen Poles nicht afficirt, so lange die Grundmassen seines Fluidums nicht zersetzt werden, das heißt, so lange es selbst nicht magnetisch (§. 1086.) geworben ist.

§. 1089.

*) Hr. Prevost sieht hier den Magneten als einen einzigen Pol an, der mit reiner Flüssigkeit erfüllt ist. Man wird bald sehen, daß diese Abstraction ganz und gar nicht die Folgerungen abändere.

S. 1089.

Drittes Phänomen.

Zwey magnetisirte Stäbe ziehen sich an ihrem ungleichnamigen Polen an, und stoßen sich an ihren gleichnamigen zurück.

Erklärung.

Das umgebende freye und bewegte Fluidum kann nicht gerührt werden; die reine Flüssigkeit des magnetischen Stabes wirkt also nicht darauf (S. 1088.); folchergegestalt erleidet das umgebende Fluidum weder eine Verdünnung noch eine Verdichtung. Dessennach wirken die entgegengesetzten Pole der Stäbe allein auf einander.

Ein
zogen, t
feinigen
ßen in A
streben n
entgegen

Man
auf jeden
sehen bei
den Kräf

solpunct von distincter Anziehung ein: Sie werden in gleichen Distanzen gleich seyn; aber sie befolgen (wie alle Kräfte dieser Art) ein umgekehrtes Verhältniß ihres Abstandes.

Jeder Pol eines magnetischen Stabes wird folglich an seinem Ende durch den Ueberschuß der Kraft wirken, die ihn die Entfernung seines Antagonisten verschafft. Ders ist hinreichend, um das Phänomen zu erklären.

Stelle hinge
hält, die der
s Zurücksto
or: denn sie
ie sich in der
findet.

i Beziehung
Kräften ver
zurückstoßen
einen Mits

S. 1090.

Viertes Phänomen.

Wenn man einen von den Polen eines Magnets an das Ende eines Stabes von natürlichem Eisen bringt; so wird dieses Ende ein ungleichnamiger Pol, und das andere Ende ein gleichnamiger.

Erklärung.

Das reine Fluidum in der Nähe des gemischten strebt dieses zu gesetzen; denn ein jedes Theilchen der gemischten Flüssigkeit ist aus zwey Elementen zusammengesetzt, wo von das eine von dem reinen Fluidum mehr, das andere

we

weniger angezogen wird, als nach der entgegengesetzten Seite.

Aber diese Ursache der Zerlegung kann keine Wirkung auf die freye und bewegte Flüssigkeit haben. Sie muß in dem Eisen gebunden seyn, und die Verwandtschaft des letztern muß die Wirkung unterstützen. In diesen Umständen allein wird die Flüssigkeit zerlegt, und ihre Elemente gehen ihren wechseltigen Verwandtschaften nach.

§. 1091.

Fünftes Phänomen.

Wenn man einen zu langen Stab magnetisirt, so entstehen darauf auf einander folgende Puncte, das heißt, Abwechselungen entgegengesetzter Pole.

Erklärung.

Der Wirkungsbereich einer gewissen Masse der reinen Flüssigkeit ist begrenzt. Wenn man also einen Pol an das Ende eines Stabes bringt, so wird sich die reine Flüssigkeit von einerley Art nur bis auf einen gewissen Punct erstrecken, sie bleibt also angehäuft, und wirkt auf die Theile, die jenseits dieser Grenze liegen, so wie es ein besonderer Pol thun würde.

§. 1092.

Sechstes Phänomen.

Wenn man die beiden Pole eines magnetischen Stabes von einander trennt, so werden die beiden getrennten Hälften des Stabes zwey Magnete, deren Pole wie vorher liegen.

Erklärung.

Die reine magnetische Flüssigkeit ist gegen die Enden des magnetisirten Stabes verdichtet, und ihre Schichten nehmen immer mehr und mehr ab, je mehr sie sich der Mitte des Stabes nähern, wo endlich die Flüssigkeit aus gemischten Theilen ganz zusammengesetzt ist.

Zwey Ursachen halten sie in dieser gezwungenen Lage: die Verwandtschaft des Eisens, die sie hindert, sich zu bewegen, und die wechselseitige Anziehung der beiden heterogenen Flüssigkeiten, die sich in jedem Pole rein befinden. Es entspringt aus der Wirkung dieser Ursachen eine Art von Gleichgewicht, und eine Vertheilung der Flüssigkeit, die sie zusammen zu halten fähig ist.

Wenn

Wenn man die beiden Pole von einander entfernt, so bleibt zwar die Verwandtschaft des Eisens, aber man verliert die Anziehung der heterogenen reinen Flüssigkeit. Das Gleichgewicht wird also gestört, das reine Fluidum entfernt sich von allen Seiten, und wird durch das Umgebende ersetzt. Da die Schichten in jedem Pole ungleich sind, und gleiche oder zu wenig unterschiedene Quantitäten verlieren, um einen Ersatz nöthig zu machen, so dauert ihre vorige Ungleichheit fort, und äußert sich durch die Phänomene des Magnetismus.

Von dem Magnetismus der Erbkugel.

§. 1093.

Allgemeines Phänomen.

Die Magnetnadel behauptet eine beständige und eine solche Richtung, daß sie immer nach demselben Pole der Welt ein und dasselbe Ende kehrt.

Erklärung.

Ohne die Möglichkeit irgend einer andern Ursache anzuschließen, nimmt Hr. Prevost diejenige an, die seine Hypothese angiebt.

Wenn man alles das wegwirft, was den wahren Grundsätzen der Naturlehre entgegen ist, so lassen sich die bis jetzt erdachten Erklärungen auf die Voraussetzung eines großen innern Magnets zurückbringen. Aber auch selbst die bloße Annahme eines solchen Körpers, der sich frey bewegen soll, scheint wegen der innern Dichtigkeit der Erde unzulässig zu seyn.

Die Ursache, die die Hypothese des Hrn. Prevost angiebt, ist diese: Eins von den Elementen der magnetischen Flüssigkeit, befindet sich in einer größern Menge auf der einen Halbkugel, als auf der andern. Man sieht, daß diese Ursache hinreicht, und in so fern es hier übrigens gemischtes Fluidum giebt, ändert sie die andern Phänomene nicht. Aber man verdammt die Ursache von dieser Ursache zu wissen: Hr. Prevost glaubt dieselbe in derjenigen anzutreffen, die die Ungleichheit der Wärme der beiden Halbkugeln hervorbringt. Es sey entweder, daß man die Sonne als die Quelle eines der magnetischen Elemente ansehe, oder daß die Sonne, indem sie auf die magnetischen Elemente ungleich wirkt, ihre ungleiche Anhäufung in den einen Halbkugeln hervorbringe; oder daß man endlich diese Voraussetzungen auf die gemischte Flüssigkeit anwendet, und eine un-

gleichheit in den Anziehungen ihrer Elemente zuläßt, die die übrigen Phänomene nicht merklich stören könnte.

§. 1094. Die Abweichung der Magnetnadel, wovon man noch nicht die Periode hat bestimmen können, die aber in einer langen Reihe von Jahren ihre Fortschritte und ihre Gränze hat, sollte sie von den Bewegungen abhängen, wodurch die Veränderung der Schiefe der Ecliptic, die Vorschiebung der Nachtgleichen, das Schwanken der Erdaxe, und vielleicht noch einige andere Phänomene dieser Art hervorgerufen werden? Wenn es wahr wäre, daß der Magnetismus der Erdkugel von der oben (§. 1093.) angegebenen Ursache abhänge, so ist ausgemacht, daß gewisse Bewegungen der Aere ihn afficiren müßten.

§. 1095. Die tägliche Abweichung (die ausgemacht ist) läßt sich nicht aus der Wirkung der Sonne auf einen innern Magnet, auch nicht aus der Wirkung auf die Eisenerze erklären. Denn die Sonnenwärme von zwölf oder fünfzehn Stunden bringt keinesweges in eine hinreichende Tiefe ein, um den Magnetismus dieses vermeinten innern Magnets, oder jene Eisenerze zu modificiren. Es wäre aber nicht unbegreiflich, daß sie den Zustand der magnetischen Flüssigkeit in der Atmosphäre, oder in der äußersten Oberfläche der Erde abänderte *).

§. 1096. Unter so vielen von berühmten Männern zur Erklärung des Magnetismus ausgedachten Hypothesen, glaubt Hr. Prevost bloß die des Hrn. Aepinus in Betrachtung ziehen zu müssen.

Die Hypothese dieses Naturforschers und die seinige unterscheiden sich wesentlich von einander; denn er nimmt bloß eine Flüssigkeit an, Hr. Prevost aber zwei. Doch kann die eine als das Bild der andern angesehen werden, in so ferne man nicht voraussetzt, daß das Fluidum aus dem Eisen heraus, oder in dasselbe hinein gehe. Aber so bald man nöthig ist, zu dieser Voraussetzung zurückzukommen (§. 1029.), so wird die Hypothese des Hrn. Aepinus unzulänglich

sich

*) Die neuern Beobachtungen des Hrn. Cassini beweisen, daß die tägliche Abweichung in tiefen Kellern minder merklich ist, als an der Oberfläche der Erde. Eben dieser Naturforscher hat eine jährliche, sehr beständige, periodische Abweichung entdeckt. Ferner erhellet aus seinen Bemerkungen, daß die Abweichung, deren Länge sie Periode noch nicht bestimmt ist, einen beständigeren Gang befolgt, als man bis jetzt aus den ältern Beobachtungen schließen konnte. (*Journ. de Phys. Avril et Mai 1792.*) H. v. D.

sch und mangelhaft, und kann die feintge nicht mehr erken-
nen. Denn nun wird das auffallendste Phänomen nach
dieser Hypothese unerklärbar, wie das der Anziehungen und
Zurückstößungen (§. 1089.). Setzt man bloß eine um das ma-
gnetische Eisen verbreitete Flüssigkeit voraus, so bekommt
man denselben Erfolg, der beim Eisen im natürlichen Zu-
stande stattfindet (§. 1092.). Indem sich die Flüssigkeit um
die Pole präcipitirt, oder von ihnen sich plötzlich entfernt,
verhindert sie jede bemerkbare Einwirkung des Magnets auf
das Eisen, oder was einerley ist, des magnetischen Stabes
auf den, welcher im natürlichen Zustande ist.

§. 1097. Dasselbe würde stattfinden, wenn die zwei
Flüssigkeiten bloß gemengt, nicht aber gemischt wären.
Eben-diese Vermischung ihrer Theilchen macht sie unbeweg-
lich bey dem Pole eines Magnets (§. 1088.). Und von diesem
Umstande allein hängen alle die beschriebenen Wirkungen ab.
Wenn man darthun könnte, daß ein gemischtes Theilchen
durch die Gegenwart eines Theilchens der reinen Flüssigkeit
bemerkbar afficirt würde, so würde freylich das ganze Ge-
bäude in seiner Grundlage erschüttert werden.

* * *

Außer den bisher in der Lehre vom Magnetismus an-
gezeigten Schriften gehdren noch zu den merkwürdigsten
darüber:

Petri van Muschenbroeck dissert. physica experimentalis de
magnete; in seinen *diff. phys. et geom.* S. 1. ff.

Leon. Euleri opusculor. T. III. continens novam theoriam
magnetis. Berol. 1751. 4.

Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi, aucto-
re *F. V. T. Aepmo.* Petropol.^o (1759.) 4.

Hrn. Anton Brugmanns Beobachtungen über die Ver-
wandtschaften des Magnets. a. d. Lat. von *C. G.*
Wittenbach. Leipz. 1781. 8.

Theoretische und practische Abhandlung der Lehre vom
Magnete mit eignen Versuchen, von *Libertus Cavalla.*
N. d. Engl. Leipz. 1788. 8.

Neunter Abschnitt.

Nähere Betrachtung unserer Erde und der Atmosphäre.

§. 1098.

Wir haben nun noch unsern Erdkörper, den wir bewohnen, und die Atmosphäre, die ihn umgiebt, mit ein in denselben vorgehenden Erscheinungen, näher zu betrachten. Die Bestimmung der Gestalt, Größe, und der Verhältnisse und Beziehungen unseres Erdballs gegen andere Weltkörper unseres Sonnensystems überlassen wir der Astronomie. Wir betrachten hier: 1) das feste Land, a) nach seiner äußern Beschaffenheit, b) nach seiner innern Construction, so weit wir sie durch Beobachtungen über die Gebürge, und durch bergmännische Erfahrungen kennen; 2) das Meer, und die Gewässer des festen Landes; 3) die Atmosphäre, mit ihren mannigfaltigen Materien.

F e s t e s L a n d.

§. 1099. Den größten Theil unserer Erdoberfläche bedeckt das Meer. Das feste Land, das gewissermaßen als zwei große und als eine Menge kleinerer Inseln daraus hervortragt, ist auf seiner Oberfläche ziemlich unregelmäßig gebildet, und man darf nur hie und da einen flüchtigen Blick auf das übrige feste Land und den Lauf der darauf befindlichen Flüsse werfen, um zu finden, daß es sich vom Meere nach dem Innern hin mit sehr verschiedenen Abwechselungen von kleinen und größern Erhöhungen

und

- und in sehr verschiedenen Verhältnissen erhebt, welche die Hügel, Anhöhen, einzelne Berge, und zusammenhängende Gebirge, Bergreihen und Bergketten bilden, zwischen denen Vertiefungen von verschiedener Größe und Gestalt, Schluchten und Thäler entstehen.

§. 1100. Die Seefüsten sind gewöhnlich die niedrigsten Theile des festen Landes, und im Allgemeinen pflegt der mittlere Theil desselben der höchste zu seyn. Solche Stellen werden überhaupt Landhöhen, oder wenn sie sich in weite Flächen ausdehnen, Mattformen, und wenn sie sich weit fort erstrecken, Landrücken oder Bergrücken genannt. Die großen Bergketten des festen Landes scheinen fast durchgängig zusammenzuhängen, und selbst die Inseln des Meeres können als die Gipfel der unter dem Meere liegenden Gebirgsketten angesehen werden. Die Hauptgebirgsketten selbst bestehen zur Seite gemeinlich aus kleinern Reihen von Gebirgen. Eine allgemeine oder regelmäßige Anordnung in der Richtung dieser Bergketten, darf man aber wol nicht in dem allgewaltigen Plane der Natur suchen.

§. 1101. Der Lauf der Flüsse zeigt an, welche Gegend des festen Landes höher ist, als eine andere. Unter der Höhe eines Berges über einen andern Ort, versteht man die Perpendicularlinie, welche von der Spitze des Berges bis zu der Horizontalfläche des Orts gezogen wird, und gemeinlich giebt man diese Höhe über der Meeresfläche an. Man findet sie, entweder durch geometrische Ausmessung, oder durch Wasserwägen, oder durch das Barometer. Vermittelt des letztern bestimmt man auch die Höhe

Höhe einer Gegend oder eines Orts überhaupt über der Meeresfläche.

Von den merkwürdigsten Gebirgen und ihrem Laufe.

Forberg Bergmann physikalische Beschreibung der Erdfugel, 9. d. Schwed. von Nöhl, Greifsw. 1730. 4. G. S. Pallas Observations sur la formation des montagnes, à St. Petersbourg. 1777. 4., übers. in den Sammlungen zur Phys. und Naturgesch. B. I. S. 131. ff.

Von den durch Messungen gefundenen Höhen der vornehmsten Berge und Oerter.

Pasumot, im Journ. de Phys. T. XXIII. S. 193. ff. Schölers phys. Wörterb. Th. I. S. 302. Schnebier, im Journ. de Phys. T. XXVIII. S. 467. van Swinden positiones physicae. T. II. S. 236. ff.

§. 1102. Im Ganzen genommen kommt die Höhe der Berge gegen die Dicke der Erdfugel in fast gar keinen Betracht, und sie nebst den Thälern beschreiben ihre also ihre Kugelgestalt bey weitem nicht, wenn wir uns die Erde im Ganzen vorstellen. Die Gebirge selbst haben eine beträchtliche Menge Klippen und schroffer Felsen, aber die mehresten und beschränlichsten steigen doch sanft an, und sind an ihrem weit ausgebreiteten Fuße, und an ihrem Abhänge, so wie die Landhöhen, mit der zum Wachsthum der Pflanzen bestimmten Dammerde bedeckt. Nur die höchsten ausgenommen, sind die mäßigen Gebirge und Bergketten mit Waldungen gezieret. Die und da finden sich Landebenen mit vielem Sande bedeckt.

§. 1103. Aus der äußern Oberfläche der Berge oder Gebirge lassen sich keine sichern Merkmale über ihre Natur und ihr Inneres schließen, und die ehemalige Eintheilung der Gebirge in hohe, Mittelgebirge und Vorgebirge, ist daher völlig überflüssig. Es kommt vielmehr alles auf die innere

Construction an, die, so weit wir sie durch bergmännische Erfahrungen kennen, von mannigfaltigem Unterschiede ist.

§. 1104. Erst die neuern Naturforscher haben diesen Unterschied der innern Beschaffenheit der Gebirge genauer zu bestimmen gesucht, und sind auf die dabei vorgefundenen wichtigen Documente zur Geschichte der Entstehung der Berge und unseres festen Landes aufmerktsamer gewesen. Das Innere der Gebirge liefert uns offenbare Spuren ihres verschiedenen Alters, und wenn diese gleich noch nicht zu einer allgemein befriedigenden Vorstellung der Geologie hinreichen, so lassen sie sich doch zu besondern cosmologischen Folgerungen allerdings nützen.

Dallas oben (S. 1101.) angeführte Schrift. *J. A. de Luc Lettres physiques et morales sur l'histoire de la terre et de l'homme. à la Haye. 1779. T. I. — V. gr. 8. J. A. de Luc physik. u. moral. Briefe über die Gesch. der Erde und des Menschen. B. I. II. Leipz. 1781. 8. Mineras Iogische Geographie der sächsischen Lande, von J. Fr. W. Charpentier. Leipz. 1778. 4. Briefe über die Gebirgslehre von J. C. W. Voigt. Weimar 1786. 8. Saussure's Reisen durch die Alpen (s. oben S. 17.). Erfahrungen vom Innern der Gebirge, nach Beobachtungen gesammelt, von Friedr. Willh. Haur. von Trib. a. Dessau u. Leipz. 1785. Fol. Kurze Classification und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten, von A. G. Werner. Dresden 1787. 4. De Luc's Briefe an de la Netheris; im Journ. der Phys. (werden fortgesetzt).*

§. 1105. Diesen neuern Beobachtungen scheint es am gemächtesten zu seyn, vier Hauptclassen der Gebirge festzusetzen, die unverkennbar in verschiedenen Epochen entstanden sind. Die erste Classe machen die uranfänglichen Gebirge. Diese sind es, welche von den ansehnlichsten Vergleiten der Erdoberfläche den Körper selbst ausmachen, die höchsten Gebirge.

Birgsketten bilden; in der Tiefe zusammengehen, und wahrscheinlich auch das Innerste unserer Erde, oder, wenn wir lieber wollen, eine um die ganze Erde gehende feste Schale bilden, auf der das Meer und die übrigen Gebirgsarten sämmtlich aufliegen. In einem und eben demselben Stücke uranfänglichen Gebirges wechseln höchst selten Lager verschiedener Bergarten mit einander ab, sondern das Ganze besteht gewöhnlich nur aus einer einzigen Art. Sie führen daher auch häufig den Namen der einfachen Gebirge, welches aber zu Verwechselungen Anlaß geben kann. Es finden sich in ihnen keine Versteinerungen und keine Seeproducte. Die vornehmsten und häufigsten Gebirgsarten dieser Classe sind Granit, Gneuß, Sienit, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer, Thonschiefer, Porphyr, Porphyrsciefer, Trapp, Mandelstein, Serpentinstein.

§. 1106. Meistens sind diese Gesteinsarten in regelmäßige Lager abgetheilt, deren Dicke, Streichen und Fallen aber sehr verschieden ist. Die leeren Rige, welche eigentlich die Lager bilden helfen, heißen Gänge. Außerdem aber finden sich auch andere solche Rige und Spaltungen, welche jene und die Lager selbst durchschneiden, die Gangklüfte, welche, wenn sie mit andern Fossilien, als die Gebirgslager sind, angefüllt sind, Gänge heißen; das, was sie ausfüllt, heißt die Gangart. Die Fossilien, welche die Grenzen zwischen dieser Gangart und den Gebirgslagern ausfüllen, heißen die Saalbänder.

Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, von Abt. Gottl. Werner. Freiberg 1791. 8.

§. 1107. Die Gänge selbst (§. 1106.) sind theils erzführende oder sündige Gänge; theils nicht, oder taube Gänge. Jene enthalten alle Arten von Metallen und deren Erzen. Vorzüglich eignen sich ihnen Gold-, Silber-, Kupfer-, Blei- und Zinkerz. Außerdem aber sind sie an vielen Stein- und Erdbarten reich, als: Quarz, Kalkspath, Schwefelspath, Zaspis, Flußspath, Feldspath, Glimmer, Hornblende, u. s. w. Diese machen auch die Bestandtheile der tauben Gänge, mehr oder weniger mit einander gemengt, aus.

§. 1108. Diese Gänge eines und eben desselben uranfänglichen Gebirges laufen nichts weniger, als parallel mit einander. Gewöhnlich haben innerhalb einem Bezirk von einer Quadratmeile selbst die Hauptgänge eines und eben desselben Reviers ein ganz verschiedenes Streichen, und nicht weniger pflegt das Fallen derselben in Beziehung auf einander häufig abzuwechseln. Selten sind zwei oder mehrere Gänge, die in kurzen Entfernungen im Streichen sehr von einander abweichen, gleich edel.

Daß die Hauptgänge eines Reviers mit den nächsten Flüssen, Bächen, Thälern, und Schluchten gleichlaufend streichen, haben einige aus einzelnen Erfahrungen zu übereilt auf Gänge angewendet.

§. 1109. Außer den Gängen finden sich auch noch andere erzführende Lagerstätte in den uranfänglichen Gebirgen; welche Gebirge auch da, wo sie mit den Gängen durchschnitten sind, von einigen Ganggebirge genannt, und als eine eigene Klasse unterschieden werden. Jene erzführende Lagerstätte sind gewisse Schichten, die mit den Lagern der eben

genau

zentlichen Gebirgsart parallel laufen, aber mit andern Gossilen und vorzüglich mit allerley Erzen angesetzt sind; daher sie vorzugsweise Erzlager heißen. Ist hingegen ein ganzer Erzklumpen in der Gebirgsart selbst zerstreuet, daß man keine Regelmäßigkeit darin wahrnehmen kann, so wird es ein **Stockwerk** genannt. Dergleichen Stockwerke sind nur dem Granit hauptsächlich eigen, und auf edle Metalle ist nicht sehr darin zu rechnen.

§. 1110. Die zweite Hauptklasse (§. 1105.) der Gebirge machen die **Flözgebirge** aus. Sie tragen unverkennbare Spuren einer spätern Entstehung, und weichen in ihrer Construction sehr merklich von den uranfänglichen ab. Sie bestehen aus Schichten oder Lagern, die an sich selbst einzeln mehrentheils aus einer gleichförmigen Materie bestehen, und selten mit andern Gossilen gemengt, unter einander aber aus Lagern von verschiedener Materie zusammengesetzt sind. Jedes Lager an und für sich heißt ein **Flöz**; im Ganzen aber müssen alle die, welche Flözgebirge bilden, unter einander gleichlaufend seyn.

§. 1111. Wo die Flözgebirge mit den uranfänglichen Gebirgen zusammenlaufen, da werden diese jederzeit von jenen bedeckt, und nie findet man es umgekehrt. Die Flözgebirge sind also offenbar neuerer Erzeugung, als die erstere Classe. Ihre Form, und insbesondere die so häufig darin vorkommenden verfeinerten **Seeproducte**, setzen es außer allen Zweifel, daß sie auf nassem Wege, als Bodensätze aus dem Wasser, aber wahrscheinlich vielleicht in verschiedenen Perioden, gebildet sind, da die ver-

folgt:

schiedenen einzelnen Flöze keinesweges nach ihrem verschiedenen eigenthümlichen Gewichte geordnet und gelagert sind.

§. 1112. Die einzelnen Flöze der Flözgebirge (§. 1110.) sind am häufigsten dichter Kalkstein, Stinkstein, Mergel, Sandstein, Grauwacke, Schieferthon, Steinkohlen, Kreide mit insofern dem Feuerstein, Steinsalz, Gyps, Eisenthon, bituminöser Mergelschiefer. Außer letztern finden sich in metallischen Flözen besonders Galmei, Bleiglanz, Erzkobalt, und Braunstein. Unter allen diesen pflegt immer eines das Hauptflöz zu seyn, und die übrigen in Ansehung ihrer Wichtigkeit, oder auch des Erstreckens, (oder des Wertes,) unbeträchtlicher.

In verschiedenen Gegenden ist eine Flözart ein sicheres Merkmal, daß das metallführende Flöz seine Endschafft erreicht habe, wie z. B. das Todte Liegende im Mansfeldischen und Thüringischen.

§. 1113. In den Flözgebirgen finden sich auch Gänge und Gangklüfte (§. 1107.), die sich hinlänglich durch ihr allgemeines Kennzeichen unterscheiden, nach welchem sie die Gebirgslager, also in diesem Falle die Flöze, durchschneiden. Die Rücken und Wechsel, welche oft ein großes Hinderniß beim Flözbau abgeben, sind, einiger dagegen gemachten Einwendungen ungeachtet, in den mehren Fällen, in der That wahre Gänge.

§. 1114. Die Versteinerungen und Abdrücke, die wir in und zwischen den Lagern dieser Flözgebirge antreffen, rühren zwar größtentheils von Seeproducten her, seltener enthalten sie aber auch,
bes

Besonders die flachliegenden, solche von Landthieren und Abdrücke von Pflanzen. Höchst merkwürdig ist es, daß man in den Flözen der nördlichen Länder viele Producte der südlichen Länder antrifft; in denen der südlichen Gegenden aber nie solche, die bloß den nördlichen Ländern allein zukamen. Unter allen Versteinerungen machen die Schalen der Schaalthiere bey weitem den größten Theil aus, und sind fast allenthalben auf der Erde in den Flözen, besonders den Kalkflözen, zerstreut. Oft machen sie ganze Schichten und Bänke aus. Abdrücke und Versteinerungen von Fischen trifft man ebenfalls häufig an, im Kalkstein, oder bituminösen Mergelschiefer, wie z. B. in unserer Nachbarschaft im Mansfeldischen. Zu einigen Versteinerungen hat man die Originale bis jezt noch nicht angetroffen, wie z. B. die Ammonshörner, Belemniten. Von manchen sind die Originale äußerst selten, und doch die Versteinerungen außerordentlich häufig, wie die Terebratuliten. Manche werden in ungeheurer Größe gefunden, da die Originale, welche wir davon kennen, ungemein viel kleiner sind. Daß diese Versteinerungen bloße Spiel der Natur wären, wie einige vorgegeben haben, wird der nimmer glauben, der sich näher mit ihnen beschäftigt hat, und der, wenn er auch gleich die Sammlung derselben nicht bis zur Spielerey treibt, und noch weniger die Kenntniß derselben als einen Hauptzweck der Mineralogie ansieht, doch sie als Urkunden und Denkmäler zum Untersichte über die Veränderung der Erdoberfläche nützt und schätzt.

§. 1115. Die dritte Hauptclasse der Gebirge (§. 1105.), die aufgeschwemmten Gebirge, kommen in so fern mit den Glögggebirgen überein, daß sie ebenfalls Spuren einer neuern Erzeugung an sich tragen, und unleugbar auf nassem Wege entstanden sind. Ihre Lage und Construction, und ihre Materie zeigt aber unleugbar, daß sie noch spätern Ursprunges, als die Glögggebirge sind. Sie sind fast ganz aus Theilen uranfänglicher und der Glögggebirge zusammengesetzt, die in Lagern von verschiedener Dicke über einander liegen.

§. 1116. Man unterscheidet mit Recht zwei Hauptordnungen dieser aufgeschwemmten Gebirge (§. 1115.), nemlich plattes Land, und Grifengebirge. Jenes ist entweder ganz eben, oder sehr sanft und fast unmerklich ansteigend, und nur hier und da mit kleinen Hügeln besetzt. Es ist auf der Oberfläche fast überall mit Dammerde, die offenbar organischen Ursprungs ist, und auch den Pflanzen selbst zur Nahrung dient, mit Lehm und Sand bedeckt, deren Schichten auch wol mit einander abzuwechseln pflegen. Wenn man den Torf noch zu den mineralischen Producten rechnen will, so ist er den aufgeschwemmten Gebirgen eigen. Die einzige in diesen Gebirgen bekannte Metallart ist Kalkisenstein. Die aufgeschwemmten Gebirge enthalten wenige Seeproducte, dagegen aber oft eine große Menge versteinertes Holz, Abdrücke von Pflanzen, Knochen von Landthieren, ganze Baumstämme, gewöhnlich als braune Kohlen, an denen oft noch Rinde und Jahrgänge zu bemerken sind. Höchst merkwürdig ist es, daß auch hier Producte von südlichen Landthieren in nördlichen Gegenden angetroffen werden, wo die Originale

ale selbst wol niemals sich haben aufhalten können; die die unbeschreibliche Menge der Elephanten-, Nashorn-, und Büffelfnochen an der Westseite der uralischen Gebirge, und das gegrobene Elfenbein in Sibirien und in Nordamerika beweist.

§. 1117. Die Seifengebirge (§. 1116.) entspringen aus alten lauter Geschiebe von Granit, Quarz und dergleichen Steinarten, die zuweilen mit Thon und ehm verbunden, zuweilen in abgesonderten Lagen getroffen werden. Vorzüglich findet sich diese weyte Art der aufgeschwemmten Gebirge in den tiefen und weiten Thälern der höhern uranfänglichen Gebirge. Daher treffen wir auch in den mehresten losse Erzeugnisse der letztern an. Dergleichen sind Edelgesteine, Granitgeschiebe, mit eingemengtem Eisenstein, Eisensteingeschiebe, und Goldsand.

§. 1118. Die vierte und letzte Hauptklasse (§. 1105.) machen die vulcanischen Gebirge aus. Wir finden hin und wieder feuerspendende Berge der Vulcane, deren Ausbrüche noch dauern, und die von Zeit zu Zeit, oft eine ungemein große Menge glühender und calcinierter Steine, und geschmolzener und fließender Lava mit einem ungeheuren Wirbel von Rauch, Dampf und Flamme, oft bis zu einer ansehnlichen Höhe, aus ihren Schlünden oder Cratern austossen. Ihre fürchterlich große Wirkung und ihr Anblick übertrifft nach dem Zeugnisse der Beobachter alle Vorstellung, die man sich davon machen kann; und ihre verheerende Kraft erstreckt sich nicht selten Meilenweit.

Histoire et phénomènes de Vesuve, exposés par le P. de la Torre, à Naples, 1776. 8. deutsch von Lentin, Alrenb. 1783. 8. Des Ritter Hamilton Campi phlograei, or observations on the volcanos of the two Sicilies.

Siciles. Napoli. Vol. I. II. 1776. fol. *Aless. Catanz.* lettere critica filosofica su della vesuviana ernzzione accaduta nell'anno 1767. Catania, 1768. 4. *Unst.* ständige Beschreibung des letztern Ausbruchs des Vesurs im J. 1779, von Hrn. Duchanoy; aus dem *Ann. de Phys.* von 1780. übers. in den Samml. zur Phys. u. Naturgesch. B. II. S. 541. ff. Wunder der feuer spendenden Berge, in Briefen an einen Freund, von Friedr. Knoll. Erfurt 1784. 8.

§. 1119. Man sieht leicht ein, daß sich bey dem Ausbruch eines solchen heftigen vulcanischen Feuers, theils durch die ausfließende und sich herum aufstauende Lava und die ausgeworfenen Steine, theils durch die dadurch entstehende Zerstörung und Zerrüttung des Innern eines Berges, und die etwa nach dem Ausbrennen erfolgende Zusammenstürzung seiner Schlände, beträchtliche, und nach der Größe und Dauer einiger jetzt noch brennenden Vulcane zu urtheilen, sich weit erstreckende Veränderungen in der innern Construction des Berges zutragen müssen. So treffen wir auch wirklich in mehrern Gegenden solche ausgebrannte Vulcane, und durch ihre Ausbrüche veränderte Gebirgsarten an. Diese vulcanischen Gebirge machen aber seltener zusammenhängende Gebirge aus, und es ist ihnen vielmehr beynahe charakteristisch, in freystehenden Bergen vorzukommen, deren Gipfel gewöhnlich nach innen zu eingesunken sind, und die Spuren ihrer Crater zeigen. Zusammengefallene Vulcane enthalten oft in dieser Gränze ihres Einsturzes kleine Seen. Indessen hat man in der That aus der äußern Form oft zu viel und zu voreilig geschlossen, und da vulcanische Gebirge angetroffen, wo nachherige genauere geognostische Untersuchungen nichts weniger als dergleichen entdecken konnten.

Sir Will. Hamilton's Beobachtungen über den Vesuv, den Aetna, und über alle Vulkane überhaupt. a. d. Engl. Berlin 1773. 8. J. J. Ferbers Briefe aus Weiskland, Prag 1773. 8. De Luc Briefe über die Gesch. der Erde, Th. I. Br. 82. Th. II. Br. 92. u. ff. Recherches sur les vulcans eteints du Vivaray et du Velay, par Faujas de St. Fond, à Paris 1775. fol. im Auszuge nach de la Lande übers. in den Samml. zur Phys. u. Naturgeschichte, B. II. S. 72. ff. Collini Tagebuch einer Reise, a. d. Franz. von Schröter, Mannheim, 1777. 8. Desselben Betrachtungen über die vulcanischen Gebürge, a. d. Franz. Dresden 1783. 4. Dolomieu Reise nach den liparischen Inseln; a. d. Fr. vom Leg. R. Lichtenberg, Leipz. 1783. 8. D. C. W. Hofe orographische Briefe über das Siebengebürge am Niederrhein, I. II. Th. Frankfurt 1789. 1790. 4. Ebendesselben Beiträge zu den Versteilungsarten über vulcanische Gegenstände, Frankf. 1791. 8.

§. 1120. Wenn man gleich dem Innern des vulcanischen Gebirge nicht alle Eintheilung oder Absonderung in Lagen und Schichten absprechen kann, so ist doch die Ordnung der darin vorkommenden Steinarten weit unregelmäßiger, als jede der übrigen. Lava, Bimsstein, und vulcanischer Trass, die wir in ihnen finden, sind ohne Widerspruch Fossilien, welche den vulcanischen Ausbrüchen ihren Ursprung zu verdanken haben. Bey dem Basalte hingegen, der oft in ziemlich regelmäßigen gegliederten, oft freystehenden Säulen vorkömmt, wie der irländische Riesenweg u. d. gl. zeigt, sind die Meinungen noch getheilt, ob er wirklich vulcanischen Ursprungs sey oder nicht; allein ich bin nach den von Hrn. Werner, Karsten, Widemann beygebrachten Gründen geneigt, ihn zu den ältern Fldggebirgen zu rechnen, und seine Bildung, wie die aller Fldggebirgsarten, dem nassen Wege, und nicht dem Feuer, zuzuschreiben.

Bergmann de productis vulcaniis, in seinen opus. phys. chym. Vol. III. S. 200. Gedanken über die Bildung des Basalts

Basalts und die vormalige Beschaffenheit der Gebirge in Deutschland, von A. F. v. Veleben, Braunsch. 1789. 8. Ferbers, *Saujas de St. Gond, de Luc's, Dolomieu's* vorher (§. 1119.) angeführte Schriften. Voigt, in *Höpfners Magazin*. B. IV. S. 314.

Werners oben (§. 1104.) angef. Schrift., ferner im bergmännischen Journale 1788. S. 513. und 1789. S. 345. 485.; Karsten, *ebendas.* 1788. S. 345. J. L. von Schumann, der Basalt chemisch und physisch beurtheilt, Frankfurt. 1789. 8. Widemann, in *Höpfners Magazin*, B. IV. S. 137.

§. 1121. Das Alter dieser vulcanischen Gebirge ist wol sehr verschieden, und fällt theils zwischen dem der Flöz- und aufgeschwemmten Gebirge, theils mit den letztern zusammen. Man findet hin und wieder, daß die Vulcane theils beide, theils nur eines dieser Hauptgebirgsarten durchbrochen und überschüttet haben; noch aber hat man keine zuverlässige Beobachtungen darüber, daß sie unter und innerhalb den uranfänglichen Gebirgen selbst vorkommen. Zu den ältesten Vulkanen müssen ohne Zweifel diejenigen gerechnet werden, die man schon mit Kalkschichten und calcinirten Conchylien bedeckt findet, deren Lagerung also erst in nachherigen Revolutionen der Erde geschah.

§. 1122. Die Ursach des Feuers und der Ausbrüche der Vulcane ist wol nicht tief im Innersten der Erde zu suchen, noch von einem sogenannten, aber nicht durch hinlängliche Gründe erwiesenen Centralfeuer mitten in der Erde abzuleiten. Auch von der Electricität hat man sie sogar ableiten wollen, die doch gewiß nur Wirkung, nicht Ursach des bey ist. Die überaus große Menge entzündlicher Mineralien, Schwefelkies, Schwefel, Steinkohlen, bituminöser Mergelschiefer, Alaunschiefer und ander

zu brennbare Mineralien liefern ohne Zweifel den Stoff, und unterirdische Höhlen, Schlünde und Abgründe, die mit der äußern Luft Gemeinschaft haben, Gemeinschaft dieser Schlünde unter einander selbst, weite Verbreitung der Lager und Schichten entzündlicher Mineralien, selbst bis unter den Meeresboden, das Eindringen des Wassers zu diesen Höhlen, die Verwandlung desselben in der Glühhitze in dephlogistische Luft, worin alles mit reißender Heftigkeit verbrennt, die Erhitzung der Schwefelflässe mit Wasser, alles dies läßt sich auf die Vulcane anwenden; und daraus ein wahrscheinlicher Schluß auf ihren Ausbruch, die Stärke, Dauer und Größe desselben gen. hernehmen.

§. 1123. Ähnliche Ursachen bringen auch die so furchterlichen Erderschütterungen und Erdbeben hervor, die überhaupt mit den vulcanischen Ausbrüchen genau zusammenhängen, und in der Nachbarschaft von Vulcanen am häufigsten vorkommen. Die Erschütterungen selbst äußern sich nicht auf einerley Art, und erstrecken sich in verschiedene Weiten, kommen seltener oder häufiger in einem gewissen Streiche vor, je nachdem die wirkenden Ursachen selbst beschaffen sind.

Sam. Christ. Holmann de terrae motibus, imprimis nuperolyssiponenli; in seiner Sylloge commentation. S. I. ff.

Sir Will. Hamilton Nachricht von den letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien; a. d. Enal. von G. J. Wehrs, Hannover 1784. 4. Neue und ausführliche Nachricht von den — in Messina und Calabrien sich ereigneten schrecklichen Erdbeben, Berlin 1783. 8. Abhandlung über das Erdbeben in Calabrien im Jahr 1783., a. d. Fr. von Deodat de Dolomieu, Leipz. 1789. 8. Physikal. Gedanken von Erdbeben und deren Forts

pflanzung unter der Erde, von D. Joh. Gottl. Lehmann, Berl. 1787. 8. Gehlers phys. Wörterb. Th. II. S. 1. ff.

§. 1124. Die unterirdischen Höhlen, die man hin und wieder, besonders in Kaltgebirgen, antrifft, und wovon mehrere wegen ihrer Größe oder ihrer Bildung sehr merkwürdig sind, hat man ebenfalls gewaltsamen vulcanischen Erhebungen und Spaltungen der Gebirgslager zugeschrieben. Es ist aber weit wahrscheinlicher, daß sie vielmehr durch das Einsinken und Nachgeben der untern Schichten während oder nach der Erhärtung der darüber liegenden Schichten entstanden sind.

Bergmanns physikal. Beschreibung der Erdkugel, Th. 1. 2. Abth. Cap. 7.

§. 1125. Von der eigentlichen innern Beschaffenheit der Erde wissen wir aus gänzlichem Mangel an Beobachtungen gar nichts, und können also nicht bestimmen, ob die uranfänglichen Gebirge auch durch die Erde ganz hindurchgehen, und ihr Innerstes ausmachen, oder nicht.

M e e r.

§. 1126. Die größten und tiefsten Thäler der Erdrinde sind mit dem Wasser des Weltmeeres bedeckt, dessen Boden dem trockenen Lande darin ähnlich ist, daß Thäler, Hügel, Felsen und Berge mit einander abwechseln, wie die daraus hervorstechenden Klippen und Inseln, die verschiedenen Untiefen und die Meerbusen beweisen. Die Ungleichheit des Meeresbodens richtet sich gewöhnlich nach der Ungleichheit der Küsten, doch machen die Inseln häufig

fig Ausnahmen. Die Tiefe des Meeres ist verschieden. Nach der Linie zu ist sie größer. Die größte Tiefe desselben kennt man noch nicht.

§. 1127. Das Meerwasser hat einen salzigen bittern Geschmack, und die chemische Zergliederung desselbigen zeigt, daß es, außer mehr oder weniger schleimigten und erdigten Theilen, Kochsalz und salzsaure Bittersalzerde und Kalkerde oder Salzasche enthält. Diese ist auch der Grund von der Bitterkeit desselben, die man sonst fälschlich vom Erdharz oder Bergfett herleitete. An manchen Küsten wendet man auch das Meerwasser wirklich zur Bereitung des Kochsalzes an, und das gehörig gereinigte Meer- oder Bopsalz unterscheidet sich von andern reinen Kochsalze ganz und gar nicht. Das Meerwasser ist aber nicht allenthalben gleich stark gesalzen. Nach der Linie zu und in der Tiefe pflegt es mehr Salz zu enthalten, als nach den Polen zu und obenauf. In der Nachbarschaft großer einfallender Flüsse ist es auch nicht so stark gesalzen, als in der Mitte. Auf die Salzigkeit des Meeres an der Oberfläche hat natürlicherweise die Bitterung Einfluß. Woher das Meer sein Salz erhalten habe, scheint mir eine eben so unerhebliche Frage zu seyn, als woher das Steinsalz und die Salzquellen des festen Landes rühren? Durchs Gefrieren wird, wie aus allen Salzausfällungen, das Wasser vom Salze geschieden, und aufgethautes Eis des Meerwassers ist daher trinkbar. Die Farbe des Meerwassers rührt theils von den darin schwimmenden oder aufgelösten Theilen, theils von dem Boden des Meeres her. Verschiedene darin wachsende See Kräuter können auch manchmal eine Farbe hervorbringen.

Torb. Bergmann de aqua pelagica; in seinen opusc. physicochemic. T. I, S. 179. ff.

§. 1128. Das Wasser des großen Weltmeeres ist einer ziemlich regelmäßigen Bewegung unterworfen, so daß es in Zeit von etwa $24\frac{1}{2}$ Stunden gewöhnlich sich zweymal an den Ufern erhebt, und zweymal wieder sinkt und davon abfließt. Man nennt diese Bewegung des Meeres Ebbe und Fluth (aestus maris, affluxus et refluxus maris). Der Zufluß und das Steigen des Wassers heißt die Fluth (fluxus), der höchste Stand desselbigen die hohe Fluth, die hohe oder volle See, welche dann binnen sechs Stunden wieder abläuft und dadurch die Ebbe (refluxus) macht. Der niedrigste Stand hierbei heißt die tiefe See, auf welche dann wieder die Fluth eintritt. Diese Abwechselung geschieht regelmäßig so, daß die hohe Fluth am folgenden Tage um 49 Minuten später kommt, als am zunächst vorhergehenden; oder die Zeit zwischen zwey nächsten hohen Fluthen beträgt 12 Stunden $24\frac{1}{2}$ Minuten; daß also nach 30 Tagen ohngefähr die Ebbe und Fluth wieder um dieselbige Zeit eintritt.

§. 1129. Die Erfahrung lehrt ferner, daß die Ebbe und Fluth in einem Monat, zur Zeit des Voll- und Neumondes, oder etwa $1\frac{1}{2}$ Tage nachher, stärker, und eben so auch zur Zeit des ersten und letzten Mondesviertels, oder noch eigentlicher $1\frac{1}{4}$ Tage nachher, zweymal schwächer wird, als sonst. Besonders wird in jenem Falle die Fluth am stärksten, und in diesem am schwächsten um die Zeit der Nachtgleiche. Zur Zeit der Sonnenwende aber ist die Fluth in der Zeit des Voll- und Neumondes schwächer, als gewöhnlich, und in der Zeit der Monatsviertel

viertel stärker, als sonst in diesem. Es giebt also bey der Ebbe und Fluth dreyerley regelmässige Phänomene, nämlich tägliche, monatliche, und jährliche.

§. 1130. Endlich hat man gefunden, daß die hohe Fluth an den östlichen Küsten sich eher ereignet, als an den westlichen; daß sie zwischen den Wendekreisen an den Orten, die in einerley Meridian liegen, zu gleichen Zeiten, außerhalb derselben in größter Breite später, als in geringerer Breite eintritt, und über 65° Breite beynähe gar nicht mehr wahrzunehmen ist. Zwischen den Wendekreisen fließt das Wasser da, wo es nicht gehindert wird, der Regel nach bey der Ebbe nach Westen zu ab.

§. 1131. Alle diese Umstände bey der Ebbe und Fluth zeigen offenbar an, daß der Mond den Haupteinfluß darauf haben muß, und daß sie Wirkungen der allgemeinen Schwere der Weltkörper gegen einander, und also auch der Erde gegen den Mond seyn müssen. Vergeblich hat man sich vor Newton bemühet, sie aus andern Ursachen herzuleiten. — Durch die gemeinschaftliche Schwere der Erde und des Mondes gegen einander haben sie ein Bestreben, sich zu nähern, und zwar muß sich dies sowol bey dem festen Erdkörper, als bey dem Wasser darauf äußern. In Rücksicht des festen Theiles der Erde ist es eben so gut, als ob nur der Mittelpunkt der Erde allein dieses Bestreben hätte. Ferner muß die Heftigkeit dieses Bestrebens oder die Gravitation desto größer werden, je weniger schief die Richtung der Gravitation ist, und je näher die Stellen der Erde oder Wasserflächen dem Monde zu liegen. Denn, wenn alle Theile der Erde gleichförmig und in paralle-

leler Richtung vom Monde gezogen würden, und übrigen die Sonne keine Wirkung der Gravitation darauf äußerte, so würde keine Veränderung der Lage der Wasserfläche auf der Erde durch den Mond erfolgen können. Wenn die Erde $A B D E$ (Fig. 128.) ganz mit Wasser umgeben wäre, so würde dies Wasser ohne den Mond, und ohne die Umdrehung der Erde um ihre Achse, vermöge der Schwere desselben gegen die Erde eine vollkommene Kugelfläche auf der Erde bilden. Durch den Mond aber, dem die eine Halbkugel der Erde allemal zugekehrt, und gegen den die ganze Erde, und also auch das Wasser darauf wechselseitig schwer ist, wird die Sache geändert. Die Wasserfläche A , die den Mond L gerade über sich im Scheitel hat, und ihm also näher ist, als der Mittelpunkt C des festen Kerns der Erde, wird durch denselben in ihrer Gravitation gegen diesen Mittelpunkt der Erde zu vermindert. Die ungleich größere Schwere des Wassers gegen die Erde, als gegen den Mond, hindert zwar die Entfernung des Wassers von der Erde ganz und gar; allein der Druck desselben nach dem Mittelpunkte der Erde zu wird doch dadurch vermindert. Die andere Halbkugel der Erde ist vom Monde weiter entfernt, und der Punkt D am weitesten, worin die gerade Linie zwischen dem Mittelpunkt des Mondes und der Erde die vom Monde abgewendete halbe Erdoberfläche trifft. Das Wasser wird hier wegen der größern Entfernung vom Monde schwächer angezogen, als die ganze Erde in ihrem Mittelpunkte C . Dadurch also, daß der Kern der Erde stärker gegen den Mond gravitirt, als hier das Wasser, muß dies auch nothwendig in seiner Schwere gegen den Mittelpunkt der Erde vermindert

wird

werden. Ist also nun das Wasser an beiden sich entgegengesetzten Stellen der Erdkugel weniger schwer gegen die Erde, als das dazwischen liegende und 90 Gr. davon entfernte in B und E, so ist das Gleichgewicht des Drucks desselben gegen die Erde zu gehoben, und es muß auf der dem Monde zugekehrten Stelle A und der entgegengesetzten D das Wasser so lange steigen und aufschwellen, und dazwischen in B und E so lange sinken, bis das Gleichgewicht hervorgebracht ist. Geschiehet jenes Aufsteigen des Wassers mitten auf dem Weltmeere, so muß dies zur Folge haben, daß das Wasser an den Ufern abfließt, und also Ebbe eintritt; es muß aber nach sechs Stunden wieder an den Ufern aufschwellen, und also Fluth kommen, wenn das Wasser mitten im Weltmeere sich wieder senkt, nachdem es den Mond nicht mehr über sich hat.

§. 1132. Die Zeit zwischen zwey nächsten hohen Fluthen ist gerade die Hälfte der mittlern Zeit, worin der Mond seinen täglichen scheinbaren Umlauf am Himmel vollendet, und es erhellet aus dem eben Angeführten, warum das Seewasser sich nicht nur gegen die Seite A erhebt, auf welcher der Mond stehet, sondern auch auf die entgegengesetzte Seite D, so wie auch die hohe Fluth wirklich nicht nur nach der Culmination des Mondes selbst, sondern auch zwölf Stunden darnach nach dem Durchgange desselben durch die untere Hälfte des Mittagskreises eintritt. Gelangt nun der Mond nach M, so muß aus den eben angeführten Gründen in B und E Fluth, und in A und D Ebbe erfolgen. Die hohe Fluth ereignet sich nicht gerade zu der Zeit, wenn der Mond durch den Meridian eines Ortes ober- oder

unterhalb des Horizonts geht, sondern einige Stunden nachher, und dies folgt ganz natürlich aus der Umdrehung der Erde um ihre Ase, aus der zur Mittheilung der Bewegung unter die widerstehende Wassermasse erforderlichen Zeit, und aus dem dauernden Zufließen des Wassers nach den Ort, wo sechs Stunden vorher Fluth war. Diese Zeit, in welcher sich die Fluth später ereignet, als der Durchgang des Mondes durch den Meridian, hängt übrigens von der Lage der Küsten, und der Richtung und Gestalt der Meerbusen ab.

§. 1133. Zwey von den täglichen Fluthen sind nicht immer gleich groß; im Winter sind in den Syriern die Frühfluthen stärker, als die gegen Abend; im Sommer sind sie des Abends stärker, als des Morgens. Wäre der Mond beständig im Aequator, so würden alle tägliche Fluthen gleich groß seyn. Jene Erscheinung erfolgt aus der nördlichen oder südlichen Abweichung des Mondes in seiner Bahn. Da sich der Mond nie über 28° vom Aequator entfernt, so erklärt sich daraus, warum in der Nähe der Pole und 65° nördlicher und südlicher Breite hinaus Ebbe und Fluth kaum mehr merklich ist.

§. 1134. Wegen der Schwere der Erde gegen die Sonne muß diese ebenfalls in 24 Stunden zwey Fluthen verursachen, die aber wegen der ungleich größern Entfernung weit geringer seyn müssen, doch aber die Mondesfluthen vermehren oder zur andern Zeit vermindern können. Das erstere geschieht in den Neu- und Vollmonden, wo die Sonnen- und Mondesfluthen zugleich eintreten; das letztere in den

Mondes

Mondsvierteln, weil hier beide Weltkörper einander entgegen wirken. So wachsen also die Fluthen von den Quadraturen bis zu den Syzygien, und nehmen von den Syzygien bis zu den Quadraturen ab. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche im Frühlinge oder Herbst müssen die Fluthen im Neu- und Vollmonde am stärksten seyn, weil dann Sonne und Mond im Aequator, oder doch nahe dabei sind.

§. 1135. Die Höhe des Wassers bey der hohen Fluth ist verschieden. Die Lage der Oerter, die Richtung der Meerengen, und die Gestalt der Küsten, machen hier verschiedene Abänderungen der Stärke, der Zeit des Eintritts, und der Dauer der Fluth. — In kleinern Meeren oder Seen ist die Wirkung der Ebbe und Fluth kaum merklich, wie z. B. in der Ostsee, im adriatischen und im mittelländischen Meere; und der Grund liegt darin, daß alle Stellen derselben vom Monde eine beynahe gleiche Wirkung verspüren. Winde und Meeresströme können übrigens noch andere Abänderungen in der Stärke der Fluth zuwege bringen.

Newton principia philos. natur. L. III. pr. 24. 36. 37.
 Stাপert diss. de aestu maris, L. B. 1765. 4. Pieces, qui ont remporté le prix de l'academie roy. des sc. en 1740. sur le flux et reflux de la mer (von Euler, Maclaurin und Bernoulli); in dem Recueil des pieces de prix T. IV. Van Swinden position. phys. T. I. S. 164. ff.

§. 1136. Sonst hat das Weltmeer, außer der Ebbe und Fluth, hie und da besondere Ströme, an manchen Orten sehr starke und schnelle. Die beständigen Winde, Umdrehung der Erde um ihre Achse, Abänderung des Stroms von Ebbe und Fluth durch die Lage der Küsten, Meerbusen und Meerengen

möch-

würden wol die Hauptursachen davon seyn. In der Straße von Gibraltar sind vermuthlich zwey entgegen gesetzte Ströme über einander, wo durch den untern das Wasser aus der Meerenge, und durch den obern in dieselbe aus dem atlantischen Meere fließt. Die Wirbel oder Strudel haben wol gleichfalls ihren Grund in besondern Abänderungen des allgemeinen Stromes bey Ebbe und Fluth oder anderer Strömungen durch Risten und Meerengen; vielleicht auch in tiefen Schlünden.

Gewässer des festen Landes.

§. 1137. Außer dem großen Weltmeere giebt es noch Seen und Sümpfe; die letztern unterscheiden sich von den erstern dadurch, daß sie keinen sichtbaren Abfluß haben. Der caspische Sumpf nimmt sehr ansehnliche Flüsse auf, ohne einen sichtbaren Abfluß. Es ist gar nicht glaublich, daß er dies hineinfallende Wasser bloß durch Ausdünstung wieder verlieren sollte, und man kann wol eher auf eine unterirdische Gemeinschaft mit dem schwarzen Meere, oder wie andere glauben, mit dem persischen Meerbusen schließen.

§. 1138. Außer diesen großen Wasserbehältnissen sind auf der Erde noch unzählige fließende Wasser; Quellen, Bäche, Flüsse, Ströme, welche zulezt, wenige ausgenommen, sich ins Meer ergießen. Da sich das Wasser jederzeit nach dem niedrigeren Orte senkt, so müssen auch die Oerter, wo die Flüsse entspringen, jederzeit höher liegen, als das Meer. Durch die mancherley Krümmungen und Unebenheit des festen Landes erhalten die Flüsse eben ihr Gefälle. Denn auf einer völlig kugelförmigen Ober-

Oberfläche der Erde hätte kein Gefälle für Flüsse stattfinden können, wären also diese selbst nicht möglich gewesen. Alle Quellen entspringen an und neben Bergen, wenigstens doch an sanft aufsteigenden.

§. 1139. Daß die Quellen der Flüsse durch unterirdische Canäle aus dem Meere, oder durch Aufsteigen eines unterirdischen Meerwassers nach Art der Haarröhren ihr Daseyn erhielten, wird Niemanden einfallen, der etwas von der Gestalt des festen Landes und der Lage desselben gegen das Meer weiß. Das aus der Atmosphäre niederfallende Wasser hat gewiß den größten Antheil an dem Ursprunge der Quellen und ihrer Zunahme beym Fortgange in ihrem Laufe; und wenn auch gleich auf der andern Seite von diesem auf das feste Land niederfallenden Wasser ein großer Theil wieder verdunstet, oder sonst in die Pflanzen als Bestandtheil eingeht, so ist auch wieder zu erwägen, daß auch die Gipfel höher Gebirge das aus der obern kalten Luft sich niederschlagende Wasser stets aufnehmen, welches zwischen den verschiedenen Schichten und Bergen durchdringt, und so nach dem Fuß des Gebirges zu gesendet wird, oder sich hinseigert, oder auch gleich auf den Vertiefungen der Gipfel selbst, wenn hier sein Einseigern verhindert ist, zu den ewigen Quellen Gelegenheit giebt; und ferner daß die Gipfel hoher Gebirge stets mit Schnee bedeckt sind, der zur Sommerszeit ein Versorgungsmittel der Flüsse wird, das auch zur Winterszeit keinesweges versiegt. Die Berechnung, daß manches Land nicht so viel Regen und Schnee auf seiner Oberfläche empfangt, als die Flüsse desselben Wasser ins Meer ergießen, ist bey weitem noch nicht auf sichern Thatsachen gegründet, und dann ist das

dabei in das so große Menge aus der Luft sich niederschlagende und an die Gebirge anliegende Wasser gar nicht in Betracht genommen worden, oder einer Berechnung überhaupt zu unterwerfen. Daß unterirdisches Wasser, es sey aus dem Meere oder sonst woher, als Dampf oder Dunst durch die innere Wärme der Erde aufsteige, und so bey dem Abkühlen den Ursprung der Quelle gebe, ist gar nicht zu glauben, noch zu beweisen.

§. 1140. Die gegrabenen Brunnen erhalten ihren Wasservorrath entweder von benachbarten Gebirgen, zwischen deren Schichten und Lager das Wasser nach dem Brunnen zu hindringt, oder auf eine ähnliche Art von benachbarten Flüssen, Seen oder Sümpfen, oder, wie die mehesten, von Taugewasser oder atmosphärischem Wasser, das als Regen- oder Schneewasser in die Erde dringt, und dessen weiteres Eindringen vorzüglich durch Thonschichten aufgehalten wird; und in den Klüften der Schichten nach den niedrigeren Stellen sich senkt. Eben dies ist es, was auch den Bergbau oft so kostbar und mühsam macht.

§. 1141. Nach der Verschiedenheit der Erdschichten und Lager, durch und zwischen welchen das in Brunnen und Quellen sich sammelnde Wasser fließt, ist es nun selbst auch von verschiedenem Gehalte und verschiedener Reinheit. Die reinsten Quellwässer sind gewöhnlich die, welche auf ansehnlichen Höhen entspringen, und nur wenig Schichten, die im Wasser auflösbare Theile enthalten, durchdrungen haben. Das gewöhnliche und gemeine Quell- und Brunnenwasser hat fast immer Gyps, rohe Kalkerde, durch Salz

Stücke des luftsauren Gas und einige salzige Theile aufgelöst. Wenn es solche Stoffe enthält, die ihm einen merklichen Geschmack ertheilen, so nennt man dergleichen Quell- und Brunnenwasser mineralische Wasser (aquae minerales), und insbesondere, wenn sie zum Arzneygebrauch dienen können, Gesundbrunnen (fontes medicati). Nach dem verschiedenen und vorzüglichern Gehalte führen diese mineralischen Wasser besondere Namen. Sauerbrunnen (acidulae) heißen sie, wenn sie viel luftsaures Gas, Stahlbrunnen, wenn sie Eisen durch luftsaures Gas, vitriolische Wasser, wenn sie Eisen durch Vitriolsäure, Emenwasser, wenn sie Kupfer durch Vitriolsäure, Bitterwasser, wenn sie Bittersalz, Schwefelwasser, oder eigentlich hepatische Wasser, wenn sie Schwefelberggas aufgelöst enthalten. Von den letztern glaubte man sonst auch einer unrichtig beurtheilten Erscheinung, daß sie Schwefel selbst aufgelöst enthielten. Manche Quellen enthalten so viel Kalkerde durch Hülfe des luftsauren Gas oder Gyps aufgelöst, daß sie hineingelegte Sachen stark incrustiren, und sonst beim Herabtröpfeln in Höhlen zu den Stalactiten Gelegenheit geben. Doch kann die Kalkerde, die zu den Stalactiten Gelegenheit giebt, auch dem Wasser bloß fein und innig beigemengt seyn.

Tabellen über den Gehalt der in neuern Zeiten untersuchten Mineralwasser, von Joh. Christ. Kemler. Erfurt 1790.

§. 1142. Es giebt auch heiße Quellen oder Bäder (thermae), und die hepatischen Wasser sind gewöhnlich solche heiße Quellen (Schwefelbäder). Sie übertreffen immer die Atmosphäre an Wär-

me,

me, und bey den meisten erhält sich diese Temperatur ziemlich gleichförmig. Unterirdisches Feuer und brennende Berge sind wol zuverlässig bey den wenigsten die Ursach ihrer Wärme, sondern diese ist wol mehr in der Verwitterung der Giese, und der Entwicklung mehrerer Mineralien unter einander zu suchen, über welche das Wasser wegriefelt. Röhren, den Riesen beggemengte, oder neben ihnen befindliche Kalkerde, kann denn freylich machen, daß in einem solchen Wasser vom zerstorben Eisenfies kein Vitriol angetroffen wird, sondern eher Gyps. — Bey den sogenannten feuerfangenden Brunnen und Quellen hat gewiß in den mehresten Fällen brennbare Sumpfluft oder aufschwimmendes Bergöhl die davon erzählten Erscheinungen veranlaßt.

§. 1143. Die Salzfoolen, die man hin und wieder antrifft, müssen billig zu den mineralischen Wässern gerechnet werden. Sie haben so wenig ihren Ursprung aus dem Meere, als andere Quellen des festen Landes, und übertreffen gewöhnlich das Meerwasser an Salzigkeit bey weitem. Sie entstehen vielmehr, wenn das Quellwasser durch und zwischen Lager und Schichten von Salzsteinen und Steinsalz dringt, und so mehr oder weniger Salz aufzulösen Gelegenheit hat. Außer dem Kochsalz enthalten sie alle noch Gyps und salzsaure Bitter- oder Kalkerde.

A t m o s p h ä r e.

§. 1144. Unsern Erdball umgiebt die Atmosphäre (atmosphæra terrestris), als ein flüssiges elastisches Wesen. Von ihrem Hauptbestandtheil,

der

der atmosphärischen Luft, habe ich schon im Vorhergehenden behandelt; hier betrachten wir sie in Verbindung mit allen darin befindlichen fremdartigen Dingen. Die Atmosphäre ist gewissermaßen das große Magazin, worin alles, was flüchtig und expansibel ist, aufsteigt, und man sieht leicht ein, daß sie, bey der ungeheuren Menge von wässrigen, phlogistischen Dünsten, von Gasarten, Brennstoff u. d. gl. die täglich von der Erde und ihren Bewohnern aufsteigt, bey der verschiedenen Wahlanziehung der Stoffe gegen einander, der Bindung und Entbindung der Wärme, und des electrischen Fluidums, das große chemische Laboratorium ist, worin die Natur ihre verschiedenen gewöhnlichen und ungewöhnlichen Meteore ausarbeitet.

§. 1145. Daß die Atmosphäre an Dichtigkeit abnimmt, je höher man in ihr hinaufsteigt, das habe ich schon oben bey der atmosphärischen Luft bewiesen. Wie dünne sie aber in den höchsten Gegenden seyn müsse, und wie groß überhaupt die Höhe der Atmosphäre sey, können wir nicht bestimmen. Das letztere würde leicht aus der ihr das Gleichgewicht haltenden Quecksilbersäule bestimmt werden können, wenn sie durchgehends einerley Dichtigkeit hätte.

§. 1146. Ohngeachtet der großen Durchsichtigkeit der Atmosphäre, wirft sie doch einen beträchtlichen Theil des Lichtes zurück. Vorzüglich gilt dies vom blauen Lichte, und die blaue Farbe derselben ist eben daher zu leiten. Nebel und niedergeschlagene Dünste mindern die blaue Farbe des Himmels, und diese ist desto dunkeler, je reiner die Luft von jenen ist.

ist. Hr. von Saussure hat deswegen durch Bestimmung der mehr oder weniger dunkeln Nuance des Blau die mehrere oder mindere Reinigkeit der Atmosphäre von nebeligten Dünsten, vermittelst des *Kyanometers*, anzugeben, und dasselbe auf eine sehr sinnreiche Art vergleichbar zu machen gesucht.

Beschreibung eines *Kyanometers*, oder eines Apparats zur Messung der Intensität der blauen Farbe des Himmels, von Hrn. von Saussure; im Journ. der Phys. B. VI. S. 93. ff.

§. 1147. Bey den mancherley abwechselnden Erhebungen des festen Landes über der Meeresfläche, kann das Barometer an verschiedenen Orten nicht gleich hoch, sondern muß an höhern Orten niedriger, an niedrigeren höher stehen. Da aber mancherley Ursachen den Stand des Barometers an einem und eben demselbigen Orte ändern, so muß man die mittlere Barometerhöhe zweyer Orter wissen, um wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit die Differenzen ihrer Höhen durchs Barometer zu messen.

§. 1148. Mit der Zu- und Abnahme der Elasticität der Atmosphäre muß auch das Barometer höher und niedriger gehen, und da dies an einerley Ort geschieht, so müssen auch Ursachen in der Atmosphäre wirksam seyn, die ihre Elasticität ändern. Mit den Veränderungen der Elasticität der Atmosphäre ist gewöhnlich eine Veränderung der Witterung verknüpft; man kann aber doch nie ganz sicher aus dem Fallen und Steigen des Barometers auf die erfolgende Wetterveränderung schließen.

§. 1149. Die Größe der Barometerveränderung ist nach der Lage eines Ortes sehr verschieden, zwischen den Wendekreisen kaum merklich, außerhalb
ders

derselben beträchtlich. Vermöge angestellter Beobachtungen sind die Barometerveränderungen auf eine große Strecke Landes gleichzeitig, und auf dem platten Lande gleichgroß. Allein bey sehr beträchtlichen Unterschieden der Höhen sind sie den mittlern Höhen des Quecksilberssäulen an diesen Orten nicht mehr proportionell, was eben den Höhenmessungen der Berge durchs Barometer ein kaum zu hebendes Hinderniß entgegensetzt.

Gaussner's Reisen durch die Alpen, Th. IV. S. 1123.

§. 1150. Die Ursachen der Barometerveränderungen sind bey weitem noch nicht so erforscht und ins Licht gesetzt, als man wol denken sollte. Seit der Erfindung dieses Instruments hat man mehrere Hypothesen darüber gemacht, die Hr. de Luc vollständig gesammelt und geprüft hat. Er selbst gründete erst seine Erklärung auf den Satz, daß Dünste specifisch leichter sind, als Luft, und leitete daraus auf eine einfache Weise die Barometerveränderungen ab. Allein er hat jetzt diese Erklärung wieder aufgegeben, denn es bleibt dabey noch immer unerklärbar, warum nicht jedes starke Fallen des Barometers mit Sturm oder Regen verknüpft ist, und warum unter dem Aequator die Barometerveränderungen überhaupt so unbeträchtlich sind, ohngeachtet hier auch die Dünste abwechselnd aufsteigen und niedergeschlagen werden. Der Unterschied des specifischen Gewichtes der Dünste und der atmosphärischen Luft ist auch nicht so groß, daß dadurch ein beträchtliches Fallen des Quecksilbers hervorgebracht werden könnte. Abwechselung der Wärme und Kälte in verschiedenen Luftschichten, Abänderung der Elasticität der Atmos

sphäre

Sphäre, besonders durch Dünste, und ihre Vernichtung, vielleicht Bildung der Luft aus Dünsten selbst, und ihre Vernichtung durch unbekannte Processe, und dann endlich die Winde, nebst verschiedenen, noch nicht erforschten, chemischen Affectionen der Luft in höhern Regionen, tragen ohne Zweifel zu dieser Barometerveränderung bey; aber eine bestimmte Ursach derselben läßt sich jetzt noch nicht angeben. Die Barometerveränderungen müßten regelmäsiget erfolgen, wenn noch der Behauptung einiger Naturforscher der Mond ihre erste und vornehmste Ursach wäre, dessen Einfluß, so wie den der Sonne, man aber doch nicht ganz leugnen kann.

De Luc Unters. über die Atmosphäre, Abschn. I. Cap. 3. Ebendesselben neue Ideen über die Meteorologie, Th. II. S. 490. Saussure's Hygrometrie S. 294. Della vera influenza degli astri, delle stagioni e mutazioni del tempo, saggio meteorologico di Gius. Toaldo, in Padova 1770. gr. 4. Lemmer vom Einfluß der Sonne aufs Barometer; im Journ. der Phys. B. II. S. 218. ff.

§. 1151. Wenn in beträchtlichen Schichten und Strichen der Atmosphäre ihre Elasticität durch Erwärmung, oder durch Bildung von Dünsten vermehrt, oder auf der andern Seite diese Elasticität durch Kälte, Vernichtung des expansiblen Zustandes der Dünste, und vielleicht der Luft selbst, vermindert wird, so kann kein Gleichgewicht zwischen diesen und den benachbarten Schichten und Strichen stattfinden. Die mehr elastische Luft muß sich dahin bewegen, wo minder elastische ist, und es muß dies nothwendig eine Ortsveränderung der Lufttheilchen zur Folge haben, die wir Wind nennen.

§. 1152. In Rücksicht der Richtung, welche die Winde haben, nennt man sie nach der Weltgegend, aus der sie blasen, und die Schiffer theilen sie daher in 32 Arten ein, von denen der Nord-, Süd-, Ost- und Westwind die Hauptwinde (*ventus principales*), die dazwischen gerichteten aber Nebenwinde (*ventus secundarii*) heißen.

§. 1153. In den heißen Gegenden herrscht auf dem Meere zwischen den Wendekreisen ein beständiger Ostwind, und zwar ist derselbe in dem nördlichen Theile der heißen Zone nordöstlich, in der südlichen südöstlich. Nur zwischen 10° nördlicher und südlicher Breite ist er nahe ganz östlich. Auf dem festen Lande dieses Erdstriches ist er nicht so regelmäßig, sondern wird hier, wie überhaupt, durch die Lage der Gebirge, Thäler und Klippen, und selbst der Küsten (§. 1152.) mehr oder weniger abgeändert. Die regnichte und trockene Jahreszeit bringen auch etnige Abweichungen zuwege. Die Entstehung dieser Winde hat man in der successiven Erwärmung der Luft durch die fast senkrechten Sonnenstrahlen von Osten her und in den Dünsten des Meeres gesucht, wodurch denn die erwärmte Luft sich nach den noch nicht so erwärmten und nicht so elastischen Theilen nach Westen hin ergieße. Hr. Hübemacht aber gegen die Erklärung dieser Winde aus der Erwärmung der Luft durch die Sonne sehr gegründete Einwürfe. Er selbst setzt die wahre Ursach in die Umdrehung der Erde um ihre Achse, welche auch Hr. De Luc mit zu den Ursachen dieses allgemeinen Ostwindes zählt.

Hüb. über die Ausdünstung, Cap. 57. 58. De Luc neues Ideen über die Meteorologie, Th. II. S. 240. f.

§. 1154. In dem Indischen Meere wehen die *Mussons* oder *Passatwinde* gewisse Monate nach einer Richtung, die andern Monate darauf nach einer entgegengesetzten. Ihre Ursachen setzt Hr. *Hube* sehr sinnreich und wahrscheinlich darin, daß die weit ausgedehnten, zum Theil hohen und bergigten Länder, welche nördlich von den Meerbusen liegen, wo diese Winde wehen, im Winter weit stärker erkältet werden, als die angrenzenden Meere, und daß die Luft daher von ihnen mehrentheils mit einer ansehnlichen Schnelligkeit gegen die Linie zu fließen muß. Im Sommer hingegen werden jene Länder stärker erwärmt, und die Hitze verbreitet sich nach und nach durch die Luft der angrenzenden Meer nach Süden zu; dadurch wird der nördliche Wind immer schwächer, er hört gänzlich auf, und zuletzt fängt die Luft an, von der Linie gegen Norden zu fließen. Die Umdrehung der Erde um die Achse macht diesen Wind südwestlich.

Hube a. a. O. Cap. 61.

§. 1155. In den heißen Zonen sind an den Küsten die *Land- und Seewinde*, eine andere Art von periodischen Winden, wovon jene bey Nacht nach der See zu, diese bey Tage von der See landwärts wehen. Die schnellere Abkühlung der Luft und dadurch bewirkte Zersetzung der Dünste auf dem festen Lande bey Nacht, und die schnellere Verdünnung der Luft bey Tage auf demselben, ist hieran wol Schuld.

§. 1156. In den gemäßigten und kalten Zonen herrschen unbeständige Winde, die unregelmäßig bald nach dieser Richtung, bald nach einer andern wehen. Die Ursach der Winde überhaupt genom-

men,

men, ist außer der angezeigten Erwärmung und Störung des Gleichgewichts der Luft durch die Sonnenstrahlen, noch in der Umdrehung der Erde um ihre Achse, in Dünsten, die bey ihrem Aufsteigen die Luft verdrängen und das Gleichgewicht heben, und in der Veränderung der Elasticität der Luft durch Brennstoff, Gasarten, Bildung und Vernichtung von Dünsten und von Luft selbst, zu suchen. Außershalb der Wendekreise prädominiren die letztern Ursachen wol mehr, als die erstern; aber es läßt sich darüber nichts gewisses und bestimmtes festsetzen, da uns diese Ursachen zum Theil selbst noch unbekannt sind. Oft können es Localursachen seyn, die das Gleichgewicht der Luft heben. Die Lage und Beschaffenheit der Gebirge eines Landes ändert die Richtung eines Windes sehr ab.

Von den Ursachen der herrschenden Windstillen zwischen der Gränze der regelmäßigen Winde, s. m. Hr. Prevost Abb. über die Gränze der regelmäßigen Winde; im Journ. d. Phys. B. VII. S. 22. ff.

§. 1157. Die Gegenden, aus welchen der Wind bläst, bestimmen mehrertheils seine Trockniß oder Feuchtigkeit, Wärme oder Kälte; aber nicht immer im Allgemeinen. Die West- und Nordwestwinde sind bey uns gewöhnlich sehr feucht; die Nord- und Ostwinde hingegen trocken und kalt.

Eigene Arten des Windes der heißen Erdstriche sind der Harmattan auf der westlichen Küste von Afrika; der Sirocco in Afrika, bis nach Sicilien und Italien; der Samiel in Mesopotamien bis nach Aegypten, der Chemsin in Aegypten. Sie scheinen ohne Zweifel die besondere Eigenschaft, die sie besitzen, von den Regenden zu erhalten, von und über welche sie streichen.

Sauveboeuf's Reisen, im Magazin neuer Reisen beschr. B. IV. S. 476. Volney voyages T. I. S. 96. Lube a. a. D. S. 356. ff.

§. 1158. Die Geschwindigkeit oder Stärke der Winde ist außerordentlich verschieden. Die beständigen Winde (§§. 1153 — 1155.) wehen sehr gleichförmig und gelinde, und ihre Geschwindigkeit beträgt mehrertheils 10 bis 16 Fuß in einer Secunde. Ein solcher Wind heißt ein sanfter und mäßiger Wind. Die unbeständigen Winde außer den Wendekreisen sind meistens geschwinder, und führen dann auch verschiedene Namen; ein steifer Wind, der 24 Fuß; ein harter Wind, der bis 35 Fuß in einer Secunde durchläuft. Von 40 bis 50 Fuß Geschwindigkeit ist er schon ein mittelmäßiger Sturm, zwischen 50 und 60 Fuß ein starker Sturm, und von 60 Fuß und drüber ein Orcan. Die westindischen Orcane sind besonders fürchterlich in ihren Wirkungen. Daß in den obern Regionen der Atmosphäre Winde nach einer andern oft entgegengesetzten Richtung fortstreichen, als der an der Erde hat, zeigen die Wolken.

§. 1159. Außer diesen sogenannten luftigen Meteoron haben wir hier noch die wässerigen Meteoron oder Lusterscheinungen zu betrachten, zu welchen das in der Luft aufgestiegene Wasser Anlaß giebt, wovey ich mich auf das beziehe, was ich oben von den Dünsten (§. 718 — 720. §. 752 — 757.) angeführt habe.

§. 1160. Mehr als zwey Drittel der Oberfläche unserer Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt; kein Wunder also, daß durch Beihilfe der Wärme des Wassers beständig als Dampf in der Atmosphäre aufsteigt. Dies und die Ausdünstung der feuchten Erde, der Pflanzen, und der Thiere in so unzählbaren Schaaren, macht, daß die Atmosphäre nie von Feuchtig-

keit

Zeit frey ist, und deswegen eigene Erscheinungen liefert. Wenn zur Sommerszeit die Luft am Tage durch Hülfe der Wärme eine beträchtliche Menge Wasser in expansiblem Zustande enthält, und es ändert sich zur Nachtzeit die Temperatur und die Luft wird kühler; so kann nun die vorige Menge Feuchtigkeit wegen vermindelter Temperatur nicht mehr expansibel bleiben (§. 754.), und es wird das Wasser in concreter Gestalt als Thau abgeschieden. Der Thau ist also nicht sowol Dunst der Pflanzen, als vielmehr atmosphärisches Wasser, das sich auch an andere Körper, als an Pflanzen anlegt, und zwar um desto mehr, je leichter diese erkalten. Es erhellt auch daraus, warum Pflanzen bethauen, die mit Kloten bedeckt waren, weil nemlich unter der Klocke ebenfalls bey der Abkühlung so viel Wasserdunst zerfällt und eben so viel Wasser niedergeschlagen werden muß, als bey dieser Temperatur nicht mehr expansibel bleiben kann; ja warum in einer leeren zugestopften Bouteille der Thau entstehen kann. Es hat mit dem Thau eine ganz ähnliche Beschaffenheit, wie mit dem Beschlagen der Fenster im Winter (§. 755.). Wenn die Abkühlung der Luft nicht satzsam erfolgt, oder das Maximum der Verdunstung darin nicht stattfand, so wird auch weniger oder gar kein Wasserdampf darin zerfällt, und das erstere ist der Grund, warum es oft in Städten nicht thauet, da man Thau auf dem Lande findet. Allerdings können auch bey dem Thau andere Arten der Ausdünstung stattfinden.

§. 1161. Wenn die Luft bis zum Gefrierpunct erkaltet, so gefriert auch das aus dem Dunst sich niederschlagende Wasser, und bildet alsdann auf den

peru, wenn diese auch hinlänglich genug erkaltet sind, den Reif (pruina), der also ein gefrorenes Thau ist. Das Gefrieren der Fenster zur Winterzeit, und das uneigentlich sogenannte Ausschlagen der Kälte an den Gebäuden und kalten Körpern bey'm Anfange des Thauwetters, hat einen ganz ähnlichen Grund.

§. 1162. Nebel ist Wasser, das aus dem Dunste niedergeschlagen worden, und wegen seiner höchst feinen Zertheilung und durch Cohäsion in der Luft schwimmend erhalten wird. Er entsteht aus der Zerlegung des Dunstes durch Vermehrung des Drucks der Atmosphäre oder Verminderung ihrer Temperatur, wobey freylich ein bestimmter Grad der Verdunstung darin vorausgesetzt wird. Treten die Theilchen dieses Nebels durch schnelle Anhäufung bey fortwährender Ursach, oder durch Winde, näher zusammen, so geht er in tropfbare Gestalt, in Thau oder Regen über, und man sagt, der Nebel fällt. Wird die Luft durch die Sonnenstrahlen erwärmt, so verwandelt sich der Nebel auch von neuem wieder in expansible, durchsichtige Flüssigkeit, und man sagt alsdann, der Nebel steigt. Auf das erstere folgt gewöhnlich ein heiterer Tag, auf dieses ein trüber, und die Ursach ist nicht schwer einzusehen. Daß ein Nebel durch den Stoß der Sonnenstrahlen auf die Dünste in der Luft entstehe, konnte man sonst wol behaupten, da man die Natur der Dünste noch nicht besser kannte. Aus der angeführten Entstehungsart des Nebels läßt sich erklären, warum im Herbst und Frühling die Nebel am gewöhnlichsten sind; warum sie besondres des Morgens und Abends gesehen werden; warum Vetter an der See dem

Re

Nebel mehr ausgesetzt sind, als andere; warum bey starken Wasserfällen beständig Nebel wahrgenommen werden. Das Sichtbarwerden unsers Hauches im Winter hat einerley Grund mit der Entstehung des Nebels, und das Anlaufen eines kalten Spiegels durch denselben mit der Entstehung des Thaues.

§. 1163. Außer dem Wasser können allerdings auch andere Dinge zu expansiblen Flüssigkeiten, oder zu Dunst, und durch Entziehung ihres fortleitenden Flüssigen wieder niedergeschlagen werden; und dies ist der Grund, warum mancher Nebel einen eigenen Geruch hat. Der im Jahre 1783 gesehene so merkwürdige Landrauch, Sonnenrauch, oder Höhenrauch hatte gewiß auch in solchen fremdartigen in der Luft in Dunstgestalt befindlichen Dingen seinen Grund, über deren Natur sich aber wegen ihrer subtilen Beschaffenheit nichts Gewisses bestimmen läßt.

§. 1164. Wolken sind nichts anders, als Nebel, die in höhern Gegenden der Luft schwimmen. Wird der mit Wasserdünsten beladenen Luft der obern Gegend, durch irgend eine Ursach, z. B. durch kalte Winde, der nöthige specifische Wärmestoff entzogen, so kann auch plötzlich und auf einmal der Himmel mit Wolken überzogen werden; und so können auch, umgekehrt, Wolken nach und kleiner werden, und endlich ganz verschwinden, wenn die Ursach der Dunstbildung, die Wärme, zunimmt. Die scheinbare Dichtigkeit erhalten die Wolken von ihrer großen Weite. Ihre Entfernung von der Erde ist aber sehr verschieden, wie auch der Augenschein lehrt. Da das Wasser, so lange es als expansible Flüssigkeit

in

in der Luft enthalten ist, nicht aufs Hygrometer wirkt, so läßt es sich sehr gut erklären, wie in einer, fürs Hygrometer trocknen, Luft hoher Regionen doch plötzlich Wolken entstehen können, die jetzt erst das Hygrometer afficiren.

§. 1165. Geschiehet die Zersetzung der wässerigten Dünste schnell genug und in hinreichender Menge in den obern Regionen der Luft, so daß das niederschlagene Wasser zum tropfbarflüssigen zusammenzutreten genöthiget ist, so kann es nun wegen seines ungleich größern specifischen Gewichtes von der Luft nicht mehr getragen werden, und fällt als Wassertropfen, oder als Regen nieder. Demohngeachtet bleiben hiebey noch immer große Schwierigkeiten, um besonders die unermessliche Menge Wasser zu erklären, die, zumal bey einem Platzregen, fällt. Hr. de Luc gesteht selbst ein, daß wir die wahre Ursache des Regens noch nicht kennen, die man am wenigsten aus dem Niederschlagen des in der Luft verweiltlich aufgelösten Wassers, oder nach der Meinung der Antiphlogistiker in dem Verbrennen der Sauerstoffluft und des brennbaren Gas der höhern Gegenden der Atmosphäre suchen darf. Hr. de Luc ist geneigt, einen Uebergang des Wasserdunstes zur Luft, und eine Vernichtung und Zersetzung der letztern durch noch unbekannte Operationen der Natur, anzunehmen.

De Luc neue Ideen über die Meteorologie, Th. II. Abth. III. Cap. 1. (S. 1. u. ff.).

Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metairie über den Regen; übers. im Journ. der Phys. S. III. S. 287. ff. Hrn. Lichtenbergs Vorrede zur fünften Ausgabe der Oerlebenschen Naturlehre.

§. 1166. Wenn die in der Atmosphäre zersetzten Wasserdünste so viel von ihrem Wärmestoff verlieren

fließen, daß sie fest werden können, oder gefrieren, so bilden sie den Schnee, der dadurch, daß sich mehrere Theilchen dieses gefrorenen Dunstwassers an einander hängen, zu dem edigten, lockern, flockigten Körper wird. Bey einer stillen Luft wird die Bildung desselben ziemlich regelmäßig, und die einzelnen Fasern setzen sich in einen sechsackigten Stern zusammen. Warum der Schnee aber gerade diese Gestalt annimmt, darüber braucht man sich wol eben so wenig den Kopf zu zerbrechen, als warum sich andere Körper beym Festwerden in diese oder jene regelmäßige Figur zusammenbegeben. Die Nachforschungen darüber werden stets vergeblich seyn.

§. 1167. Die aus den Dünsten bey ihrem Uebergange zum tropfbaren Wasser oder zum festen Körper, zum Schnee, freywerdende Wärme muß freylich wieder auf die Atmosphäre wirken und ihr eine größere empfindbare Wärme mittheilen, durch welche nun die Dunstbildung wieder von neuem zunimmt, wenn sie nicht durch andere unbekannte Ursachen wieder latent wird. In diesem freywerdenden Wärmestoff ist wol die Ursach zu suchen, daß das Wetter kurz vor dem Schnee im Winter etwas gelinder wird. Der gemeine Mann verwechselt Wirkung und Ursach, wenn er sagt: es kann vor Kälte nicht schneyen. Daß nämlich vor dem Schneyen die Atmosphäre etwas wärmer wird, ist Wirkung, nicht Ursach des Schnees.

§. 1168. Der Hagel (grando) entsteht offenbar aus dem Regen, und ist nicht, wie einige glauben, zusammengetriebener und unter einander gestoßter Schnee. Wird nämlich dem Regen bey seiner

ner Entstehung oder während seinem Herabfallen durch irgend eine Ursach plötzlich der ihm im tropfbaren Zustande zukommende Wärmestoff entzogen; so gefriert er und gefriert, und weil die Theile hierbey nicht Zeit haben, sich in regelmäßige crystallinische Lagen, anzuziehen und zusammenzutreten, so kommt es auch, daß er mehr die Gestalt von unformlichen Eisklumpen hat. Von der schnellen Entziehung des Wärmefluidums, und dem Zusammenstreichen der Regentropfen durch Winde, rührt auch die Größe des Hagels her. Es ist jetzt ziemlich wahrscheinlich, daß die Electricität bey der Entstehung des Hagels wirksam ist. Ob sie aber Ursach oder Wirkung dabey sey, das scheint mir noch nicht so ganz ausgemacht. Ich bin sehr geneigt zu glauben, daß die schweren Donnerwetter, die den Hagel begleiten, ihre Entstehung mit in dem bey dem letzten ausgeschiedenen Wärmestoff haben. Daß es im Winter nicht leicht hagelt, hat ohne Zweifel seinen Grund in der Kälte der Atmosphäre, die nicht zuläßt, daß der Nebel der zerlegten Dünste erst zum tropfbaren Wasser zurückkehrt, sondern sogleich zum Gefrieren gebracht wird, und also zu Schnee wird. Dicke Gewitterwolken können dadurch, daß sie die Sonnenstrahlen abhalten, ebenfalls zur Erkältung der unter ihnen befindlichen Luftschichten Gelegenheit geben, und dadurch eben zur Entziehung des nöthigen Wärmefluidums des Regens beitragen. Sollte nicht vielleicht auch Verdunstung, die nothwendig mit Erkältung verknüpft seyn muß, und die vielleicht durch Electricität und heiße Sonnenstrahlen hervorgebracht wird, an der Entstehung des Hagels Antheil haben? Sollte in dem Mangel der

stern vielleicht auch der Grund liegen, warum es
ur Nachtzeit nicht hagelt?

§. 1169. Die absolute Menge des in einer be-
stimmten Zeit, z. B. in einem Jahre, aus der Luft
ich abscheidenden und auf die Erdoberfläche fallendem
Wassers hat man durch sogenannte Hyetrometer
(Ombrometer oder Regenmaasse) zu bestimmen ge-
acht. Allein es ist beynahe unmöglich, jene genau
zu finden, da ein großer Theil, der als Thau auf
ein Behältniß niederfällt, oft eben so schnell wieder
davon verdunstet, und die Verdunstung überhaupt
beim Auffammeln des Wassers nicht ganz verhütet
werden kann. Nach einer Mittelzahl schätzt man
gewöhnlich das als Regen, Schnee, Hagel, u. s. w.
in unsern Gegenden binnen einem Jahre aus der
Atmosphäre niederfallende Wasser auf 30 Zoll Höhe,
oder es würde dies Wasser die Oberfläche des plats-
ten Landes 30 Zoll hoch bedecken, wenn nichts das
von verdunstete, oder sich sonst einsaugte. Die La-
ge eines Landes, das Klima, Waldungen und Ge-
birge ändern diese Menge sehr mannigfaltig ab. —
Eben so schwer ist es, die Ausdunstung des Wassers
durch Utmometer (Utmidometer) zu messen, da
hierbey die Luft vorzüglich wirksam ist, die nicht
an allen Seiten gleich stark darauf auflösend seyn
kann.

Descriptio instrumentorum societatis meteorologic.
palat. Manheimii 1782. gr. 4. Hermanns mecha-
nischer verbesserter Wind-, Regen- und Trockenheits-
beobachter. Freyb. und Annab. 1789. 8.

§. 1170. Die Tromben und Wasserhosen;
wobey sich eine Wassersäule von einer Wolke bis
zum

zum Meere, oder umgekehrt, erhebt, die mit velocity der Geschwindigkeit in der Runde herumgedreht wird, so daß eine Art von leerem Raum durch die Fißkraft in ihr zu entstehen scheint; bey ihrem Fortgange zerstörende und fürchterliche Wirkungen hervorbringt; woben das Wasser kocht, und drückt; die Luft schweflig riecht, und sich auch Blitz und Donner dabey zeigt, können unmöglich nach bloß mechanischen Gesetzen erklärt werden. Gewiß haben hier mehrere fremdartige Stoffe und Gasarten (und selbst Electricität) Antheil, deren Natur aber bis jetzt noch nicht hinlänglich erforscht ist. Man hat beobachtet, daß vor der Entstehung der Tromben das Barometer, das sonst zwischen den Wendekreisen, wo jene Naturerscheinung vorzüglich stattfindet, nur unmerkliche Veränderungen erleidet, sehr ansehnlich tief herabzufallen anfängt.

Magazin merkwr. neuer Reisebeschreibungen, B. VIII. S. 196.

§. 1171. Eine der schönsten, aber auch der fürchterlichsten Erscheinungen in der Natur, ist das Gewitter oder Donnerwetter. Schon im Jahre 1746 behauptete Winkler eine vollkommene und wesentliche Gleichheit zwischen den Wirkungen der Electricität, und denen des Gewitters, deren einziger Unterschied bloß in dem Grade der Stärke beruhe; und bald nachher that es Franklin (1747) noch überzeugender dar, daß der Blitz ein starker electriccher Funke, und die Gewittermaterie mit der electricchen einerley wäre. Die Erscheinungen des Blitzes lassen sich auch sammt und sonders im Kleinen mit der Electrismaschine nachahmen. Der Blitz geht, wie der electricche Funke, in geschlängelter

Wes

Begen durch die Luft, trifft hohe und hervorragende Gegenstände am leichtesten, entzündet brennbare Stoffe, tödtet Menschen und Thiere, zerschmettert oder durchbohrt feste Körper, zumal wenn sie keine oder unvollkommene electrische Leiter sind; folgt allemal den besten Leitern, den Metallen, am liebsten, schmilzt Metalle augenblicklich, u. s. w. Was endlich diese Meinung außer allen Zweifel setzt, ist, daß man die Electricität der Gewitterwolken sogar ableiten, einem isolirten Leiter zuführen, und dann die electrischen Erscheinungen daran wahrnehmen kann. Diese Rnthmähung des großen Franklin wurde zuerst 1752 von Hrn. Dalibord zu Marly la Ville und Hrn. Delor zu Paris durch Versuche bestätigt, und Franklin selbst überzeugte sich in diesem Jahre, ohne von jenen Versuchen etwas zu wissen, durch den electrischen Drachen und durch ein electrisches Glockenspiel an einer auf seinem Hause zu Philadelphia aufgerichteten isolirten eisernen Stange von der Electricität der Gewitterwolken; De Romas zu Merac und Beccaria zu Turin bestätigten diese Theorie noch mehr durch Versuche; Niemand zweifelte endlich mehr daran, nachdem der verdiente Prof. Richmann in Petersburg unglücklicherweise am 6. August 1753 durch den Ausbruch eines solchen starken electrischen Funken oder Bliges, der aus einer Gewitterwolke in ein isolirtes Metallathraith geleitet war, getödtet wurde.

Winkler Abhandl. von der Stärke der electrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäßen, Leipzig. 1746. 8.
Franklins Briefe über die Electricität, von Wille, S. 50. f. S. 72. f. Priestley's Geschichte der Electricität, a. d. Engl. übers. von Krünig, 1772. gr. 8.
Mémoire, où après avoir donné un moyen aisé pour élever fort haut et. à peu de frais un corps electricisable

Sable isolé — par M. de Romas; in den *Mém. présent.*
T. II. C. 393. ff. *Beccaria lettere dell' elettricismo,*
Bologna 1758. 4. Relation sur la mort de Rich-
 mann; in der *Histoire de l'acad. roy. des sc. de Paris,*
année 1753. à Paris 1757.

§. 1172. Durch Versuche mit dem electrischen Drähen, dem Condensator, dem Electricitätsfammer, und unsern feinem Electrometern wissen wir jetzt, daß in der Atmosphäre stets Electricität wirksam ist. Hr. von **Cavendish** hat darüber insbesondere sehr viele Beobachtungen, und zwar in verschiedenen Höhen angestellt. Er fand, daß die Intensität dieser Luftelectricität veränderlich ist, nach der relativen Höhe eines Orts; daß sie sich an den höchsten und isolirtesten Orten am stärksten zeigt; daß sie an einem und demselben Orte sehr großen Veränderungen unterworfen ist; daß besonders Nebel mit einer sehr bemerkbaren Electricität begleitet sind, außer, wenn sie sich in Regen auflösen; daß die Electricität der ganz heitern Luft im Winter von der Stunde an, da der Thau sein Fallen ganz beendet, bis zum Aufgang der Sonne am schwächsten ist; wo dann ihre Stärke wieder zunimmt, und früh oder später, fast immer aber vor Mittag bis zu einem gewissen höchsten Punkt gelangt, nachher aber wieder schwächer zu werden scheint, bis sie sich, bey dem Fall des Thaues gleichsam erholt, und zuweilen am stärksten wird, und endlich stufenweise bis tief in die Nacht hinein wieder abnimmt. Die Electricität der hellen Luft fand Hr. von **Cavendish** un-
 wandelbar positiv, sowohl im Sommer, als im Winter, bey Tage und bey Nacht, an der Sonne und im Thau, und dies bestätigte Hr. **Volta's** Behauptung, daß die atmosphärische Electricität ih-

der eigentlichen Natur nach positiv sey, und daß diejenigen, die man bey gewissen Regen und zuweilen bey Donnerwettern negativ gefunden, nur von den Wolken herkomme.

Sauvure's Reisen durch die Alpen, Th. II. Kap. 28: Meteorologisches Journal, besonders in Rücksicht auf die atmosphärische Electricität, von Hrn. J. Nead: aus den *philos. Transact.* übers. im Journ. der Phys. B. VI. S. 234. ff.

§. 1173. Aus dieser Electricität der Atmosphäre leitete man nun die Entstehung der Gewitter bis her allgemein so ab, daß man annahm, sie theile sich den Wolken, als isolirten und mit Luft umgebenen Leitern, mit, und häufe sich in ihnen an. Werde ihnen nun eine andere unelectrische Wolke zugetrieben, so habe dies den Ausbruch des großen electrischen Funkens oder des Blitzes zur Folge. Es könne aber auch in zwey über einander oder neben einander stehenden Wolken entgegengesetzte Electricität durch Vertheilung entstehen, und bey ihrer Annäherung endlich ein desto stärkerer Blitz hervorbrechen. Endlich könne sich die einfache Electricität einer Donnerwolke in ihr auch so stark anhäufen, daß sich ihr Wirkungskreis bis zur Erdoberfläche erstrecke, die dann die entgegengesetzte Electricität annehme, wobey zuletzt bey sehr starker Anhäufung der Electricität und genugsamer Annäherung der Wolke, der Blitz die geladenen Luftschichten dazwischen durchbreche, und im Zickzack herabfahre. Das Blitzen der Gewitterwolken dauere so lange, bis entweder das Gleichgewicht der Electricitäten hergestellt, oder die Wolke selbst als Regen herabgefallen sey. So sahe man also die Donnerwolken als isolirte und electrifirte Conductoren an,

und

und leitete daraus die Erscheinungen des Gewitters ab. Aber so sehr man auch hier im Besitz der Ursache zu seyn glaubte, so hat doch Hr. De Luc dagegen Gründe vorgebracht, welche diese Erklärung völlig über den Haufen werfen. Erstlich bilden die Wolken zur Zeit des Gewitters oft ein Continuum am ganzen sichtbaren Horizont; wie wäre es also möglich, daß in diesen zusammenhängenden oder sich berührenden Leitern die Electricität, ohne sich sogleich durch die ganze Masse ins Gleichgewicht zu setzen, örtlich angehäuft seyn könnte? Zweitens kann man billig fragen: wie ist es möglich, daß, so bald die Gewitterwolken zu regnen anfangen, durch den Regen, der sie als Leiter mit der Erde in leitende Verbindung setzt, die Wolke nicht sogleich entladen wird; da doch das Gewitter beim Regen noch anhaltend fort dauert? Endlich beobachtete Hr. De Luc Gewitter in hohen Thälern der Alpen, ohngeachtet die Wolken rund herum die Gipfel der das Thal befränzenden Gebirge berührten, und also damit in leitender Verbindung waren. Die Gewitterwolken können also keine geladene Conductoren seyn. Hr. De Luc selbst nimmt dagegen an, daß erst beim Augenblick des Ausbruchs des Blizes das electrische Fluidum aus seinen Ingredienzen plötzlich in großer Menge auf eine Art gebildet werde, die wir erst noch zu erforschen haben, ehe wir im Besitz der Kenntniß der Ursach der Erscheinungen des Gewitters zu seyn glauben dürfen. Wenn übrigens die electrische Flüssigkeit nach Hrn. Volta aus dem Boden in die Atmosphäre durch Verdunstung übergelange, und ihre Rückkehr zum Boden stattfände, wenn sich die Dünste wieder in Wasser verwandeln, so müßte es

immer bey allen starken und plötzlichen Regengüssen Donnerwetter geben, was doch nicht ist.

Siebenter Brief des Hrn. de Luc an Hrn. de la Metherie, übers. im Journal der Phys. B. IV. S. 264. S. 16. und ff.

§. 1174. Der Blitz, oder der Ausbruch des großen electrischen Funkens der Donnerwolken, wärde eigentlich wol als ein Feuerballen erscheinen, als kein sein Durchbruch durch die Luft, als einen sehr unvollkommenen Leiter, giebt ihm die Gestalt eines geschlängelten Strahles. Hohe und hervorragende Körper sind natürlicherweise dem Blitze vorzüglich ausgesetzt. Das Ziel desselben ist aber zuletzt die feuchte Erde oder das Wasser, wo seine Wirkung eben wegen ihrer leitenden Kraft nun aufhört. Der Blitz trifft aber nicht immer die Erde.

§. 1175. Der Blitz folgt den besten Leitern der Electricität, und diese sind vorzüglich die Metalle, und dann die Feuchtigkeit. Dünne Metallstücke und Dräthe werden davon auch wol geschmolzen; größere durchlöchert. Er äußert diese Wirkung auf Metalle besonders, wenn sie in schlechte Leiter eingeschlossen sind, ohne diese gerade zu entzünden, wenn es verbrennliche Körper waren. Er tödtet Menschen und Thiere, aber gewiß wol öfter durch Schreck, Unterbrechung der Respiration, Asphyxie, Phlogistification der Luft, und durch Erschütterung des Gehirns, als durch wirkliche Beschädigung. Man hat freylich Beispiele von Brandflecken an den Leichnamen der vom Blitz erschlagenen, und von Verletzung derselben; aber ganz ungegründet sind die Erzählungen von Zerschmetterung der Knochen. Viele der

vom Blitz gerührt werden doch bey der schlechten Anwendung von gehörigen Hülfsmitteln wieder zum Leben gebracht werden können. Nichtleitende oder schlechtleitende Körper zerschmettert und zerbricht der Blitz, und springt von ihnen zu den besser leitenden über. Die Gewalt desselben ist dabey oft ausnehmend groß. Die Unterbrechung der Leitungen des Blitzes ist mit einer Explosion verknüpft, deren Stärke von dem Umfange des nichtleitenden Körpers, oder des Blitzes selbst abhängt. Auch wenn die Leiter zu klein sind, und zu wenig Fläche haben, explodirt der Blitz. Bey den Explosionen des Blitzes entsteht eben die Entzündung entzündlicher Substanzen. Daß das durch den Blitz hervorgebrachte Feuer an sich schwerer zu löschen sey, als gemeines Feuer, ist Fabel.

§. 1176. Der Donner ist der Knall, der mit dem Ausbruche des Blitzes verbunden ist. Er rührt, wie der geringere Knall des electricischen Funkens, von der Erschütterung der Luft her, die als eine schlechtleitende Substanz eine Explosion des Blitzes veranlaßt. Aber das Rollen des Donners ist ein bewundernswürdigeres Phänomen, als man bisher geglaubt hat, und Hr. de Luc hat auch hier gezeigt, daß die bisherigen Erklärungen ganz und gar unzureichend sind.

De Luc a. a. O. §. 23.

§. 1177. Das Läuten der Glocken und das Feuer des Geschüzes sind unzulängliche Mittel, um einen Ort gegen die Wirkung des Blitzes zu sichern. Auf dem freyen Felde sind Bäume, in den Zimmern Bedeckungen mit isolirenden Substanzen nicht allein

zuweilen

zweifelhaft, sondern oft gefährliche Sicherungsmittel. In die Keller dringt der Blitz freylich selten; aber der Aufenthalt darin ist wegen anderer Ursachen beym Gewitter gefährlich. Am besten ist es, in Gebäuden, sich in den untern Zimmern, die geräumig und hoch genug sind, in der Entfernung von den Wänden und dem Ofen, am besten auf Matrasen stehend, oder auf Stühlen sitzend, aufzuhalten, und sich von sehr leitenden Substanzen zu entledigen. Es ist irrig, wenn man glaubt, daß ein Lastrug den Blitz herbeylocken könne. Auf dem Felde ist es am sichersten, sich in einer Entfernung von funfzehn bis zwanzig Fuß von einem Baume und seinen Zweigen aufzuhalten, und sich lieber niederzulegen, als zu stehen oder zu sitzen. Ist man zu Pferde, so ist es sicherer abzustiegen, und nicht zu nahe beym Pferde zu bleiben.

J. A. Z. Reimarus vom Blitze. Hamb. 1778. 8. Th. I. II. Ph. Pet. Guden von der Sicherheit wider die Donnerstrahlen. Götting. und Gotha, 1779. 8. Tebens über die beste Sicherung seiner Person bey einem Gewitter. Bülow und Wismar, 1774. 8. Verhaltensregeln bey nahen Donnerwettern. Gotha, 1774. 1778. 8.

§. 1178. Das beste und sicherste Mittel aber, ein Gebäude vor den Wirkungen des Blitzes zu sichern, sind die Gewitterableiter, Blitzableiter, eine Erfindung von Franklin, durch welche allein er sich schon um das Wohl der Menschheit unsterblich verdient gemacht hat. Ihre Theorie gründet sich darauf, daß eine ununterbrochen metallische Leitung, von hinlänglicher Dicke die electrische Materie des Blitzes ohne Beschädigung anderer Körper bis ans Ende der Welt abführt. Wenn nun diese Leitung in

Die feuchte Erde oder ins Wasser geführt ist, so folgt der Blitz, wenn er ja einschlägt, ganz gewiß dem Metall bis in die Erde, ohne das Gebäude zu beschädigen. Die Anordnung einer solchen Ableitung müßte also dergestalt beschaffen seyn, daß sie dem Analle des Blitzes eher, als andere Theile des Gebäudes ausgesetzt, folglich über diese hervorstach, daß sie ununterbrochen, und endlich in die feuchte Erde, oder besser in fließendes Wasser, oder in einen tiefen Brunnen fortgeführt wäre. Durch einen solchen Ableiter würde zwar nicht das Einschlagen des Blitzes, aber doch das Beschädigen des Gebäudes sicher verhütet werden.

Reimarus ang. Schrift und deneffelden Vorschriften zur Anlegung einer Blitzableitung an allerley Gebäuden. Hamb. 1778. 8. Die Kunst, Thürme und andere Gebäude vor den schädlichen Wirkungen des Blitzes durch Ableitung zu bewahren, von J. J. von Selbiger. Bresl. 1774. 8. Anleitung, Wetterleiter an allen Gattungen von Gebäuden auf die sicherste Art anzulegen, von J. J. Hemmer. Mannheim, 1786. 8.

§. 1179. Da die metallischen Spizen das Vermögen besitzen, die Electricität in beträchtlicher Entfernung, und allmählig, einzusaugen, so ging Franklin in seinem Vorschlage noch weiter, durch einen so gehörig eingerichteten zugespitzten Ableiter nicht allein die Gewittermaterie auf einem unschädlichen Wege zu leiten, sondern auch die Wolke selbst in ihren Wirkungen zu entkräften und den Schlag zu vermeiden. Man könnte einen solchen Blitzableiter einen offensiven nennen, im Gegensatz des vorher erwähnten Defensiven, mit dem er übrigens in seiner ganzen übrigen Einrichtung übereinstimmt, und dessen Dienste er ebenfalls im Vereinigen Falle verrichtet. Da

Da indessen die Gewitterwolken vor dem Ausbruch des Blizes nicht mit Electricität nach Art isolirter Conductoren geladen sind (§. 1173.); so sieht man leicht, daß es keine offensiven Blitzableiter geben kann. Sie können alle nur defensiv seyn, und dies wird immer noch ihren Werth unschätzbar machen. Der Streit einiger Naturforscher, ob die stumpfen oder spitzigen Ableiter den Vorzug verdienen, möchte wol auf nichts hinauslaufen, wenn man nur erwäget, daß die Quantität der electricischen Flüssigkeit beim Ausbruch des Blizes so groß ist, daß alle unsre stumpfen Blitzableiter in dieser Hinsicht als spitzige anzusehen sind.

§. 1180. Das Wetterleuchten (*fulguratio, coruscatio*), das zuweilen des Abends, selbst bey klarem Wetter, wahrgenommen wird, ist vom Blitze darin unterschieden, daß es nie von einem Knall oder Donner begleitet wird. Ob es wirklich eine Entzündung brennbarer Dünste in der obern Luft, oder ein sehr entferntes Gewitter sey, dessen Donner nicht wahrgenommen werden kann, ist noch nicht hinlänglich ausgemacht.

Torb. Bergmann de fulguratione observationes; in seinen opusc. phys. chem. Vol. V. S. 348. ff.

§. 1181. Das sogenannte St. Elms = Feuer, oder Helenen = Feuer, welches die Alten Castor und Pollux nannten, wo aus leitenden Spizen hoher Thürme und Mastbäume ein Licht in Form eines umgekehrten Kegels herausströmt, ist wol ganz electricischen Ursprungs, und zeigt sich besonders bey einer Gewitterluft.

Reimarus vom Blize. §. 44. §. 172. u. ff.

§. 1182. Die Irrlichter oder Irrwische (*ignes fatui, ambulones*) sind Entzündungen, oder vielmehr ein Leuchten phosphorischer Luftarten und Dünste, die aus morastigem Boden, und aus einer mit faulenden und verwesenden Gewächsen und Thieren angefüllten Erde aufsteigen, und daher auch nur an solchen Orten gesehen werden, wo dergleichen Zersetzung organischer Körper durch Fäulniß und Verwesung vorgeht. Weil bald an dieser, bald an jener Stelle ein solcher Dunst leuchtend wird, so hat es das Ansehn, als ob sie forthüpfen, und in dem Mährchen Gelegenheit gegeben, daß sie vor dem Abhén, der sie verfolgte, und den verfolgten, davor ihnen Abhe; imgleichen daß sie sich dem Betenden näherten und von dem Fluchenden entfernten. Entzündungen brennbarer vielleicht phosphorischer Luftarten in den höhern Gegenden der Atmosphäre heißen Sternschnuppen (*stellae cadentes*), und wenn sie die Figur eines geschwänzten Cometen haben, fliegende Drachen oder Feuerkugeln (*bolides*).

§. 1183. Das Nordlicht (*aurora borealis, lumen boreale*) hat so viel Aehnlichkeit mit den Erscheinungen des electrischen Lichtes in der verdünnten Luft, daß man sehr geneigt wird, es für ein electrisches Meteor zu halten. Die Nordlichter haben auch wirklich in den höchsten Gegenden der Atmosphäre, und folglich in einer sehr verdünnten Luft ihren Sitz, die für die electrische Materie allerdings ein Leiter wird. Phosphorische Dünste bringen zwar ebenfalls ein ähnliches Leuchten hervor; ich zweifle aber, ob sie so hoch in der Atmosphäre aufsteigen könnten, als das Nordlicht wirklich ist. Man hat sonst mancherley andere, zum Theil wunder-

Verlicke Ursachen zur Erklärung des Nordlichts angegeben. *Mairans* Meinung, daß die in die Erdatmosphäre am Nord- und Südpole sich einsenkenden Dünste der Sonnenatmosphäre das Nordlicht veranlassen, lassen sich nach *D'Alembert* wichtige Zweifel entgegensetzen; so wie auch *Kulmus* Erklärung, die *P. Hell* wieder vorgetragen hat, daß das Nordlicht eine bloße optische Erscheinung sey, und von dem Lichte herrühre, welches die Schneewolken und Eisberge am Nordpole, und die Schnee- und Eisteichen in der Luft von der Sonne und dem Monde reflectirten, schon dadurch widerlegt wird, daß es unmöglich ist, daß in der Luft feste oder gefrorene Dünste schwimmend seyn können, und das Schneelicht könnte auch unmöglich die Höhe erreichen, welche das Nordlicht hat. Das Zodiacal-Licht hat wahrscheinlich einenley Ursprung mit dem Nordlichte.

Traité physique et historique de l'aurore boréale, par Mr. de Mairan. à Paris, 1733. 1754. 8t. 4. D'Alembert opusc. mathem. T. VI. S. 334. H. Hells Abhandlung über das Nordlicht, in den Wiener Ephemeriden vom J. 1777. Torb. Bergman Aurorae boreales, annis 1759. 60. 61. et 62. observatas; in seinen opusc. phys. chem. Vol. V. S. 226. ff. Ebendesselben de aurorae borealis altitudine, ebendaf. S. 272. ff.

§. 1184. Wenn es aus einer dunkeln Wolke regnet, und die Sonne dergestalt dagegen scheint, daß man sich zwischen der Sonne und der Wolke befindet, so sieht man ein schönes emphatisches oder glänzendes Meteor, das sich unter dem Namen des Regenbogens (*iris, arcus caelestis*) als einen bunten Bogen zeigt, oder doch ein Stück desselben vorstellt, an welchem sich die Farben des Prismas der:

dergestalt befinden, daß sich die rothe Farbe nach außen, die violette aber nach innen zeigt. Außer diesem Hauptregenbogen sieht man gewöhnlich noch einen zweiten, oder Nebenregenbogen über dem ersten, in welchem sich die Farben in umgekehrter Ordnung, aber schwächer zeigen. Diese Erscheinung hat ganz ihren Grund in der Reflexion der Sonnenstrahlen innerhalb der Regentropfen der Wolke, und in der verschiedenen Brechbarkeit des weißen Lichtes.

§. 1185. Um dieses Phänomen gehörig zu erklären, müssen wir zu der im Vorhergehenden nach Newton vorgetragenen Lehre von der verschiedenen Brechbarkeit der Arten des homogenen Lichts zurückgehen. Der auf einen Regentropfen schief fallende Sonnenstrahl geht nach dem Brechen gegen den Perpendicular theils hindurch, theils wird er von der hinteren Fläche des Tropfens wieder reflectirt, und nach der äußern zugeworfen, oder erleidet auch wol im Tropfen eine doppelte Reflexion; beim Ausgange in der Luft wird der Strahl nicht nur vom Perpendicular abwärts gebrochen, sondern auch, wie im Prisma, und in jeder schiefen Fläche, in seine sieben Grundfarben gespalten. Diese einfachen farbigen Strahlen machen nicht einerley Winkel mit dem einfallenden Strahle. Der rothe Strahl wird am wenigsten gebrochen, der violette am stärksten. Der Winkel, welchen der einfallende Sonnenstrahl und der einfach zurückgeworfene rothe Strahl mit einander machen, beträgt nach Newton $42^{\circ} 2'$; und der des violetten und des Sonnenstrahls $40^{\circ} 17'$; die übrigen einfachen Strahlen, dazwischen machen einen Winkel, der sich diesem oder jenem mehr nähert, je näher sie in der Ordnung diesem oder jenem liegen. Der Winkel,

welch

welchen der zweimal im Tropfen reflectirte rothe Strahl mit dem einfallenden macht, beträgt $50^{\circ} 57'$, und beim violetten $54^{\circ} 7'$.

Newton optice, L. I. part. II.

§. 1186. Jetzt läßt sich nun die Erklärung des Regenbogens leicht machen. Es sey das Auge des Beobachters in O (Fig. 122.) und sehe nach einer Regenwolke, so daß es die Sonne hinter sich habe. Von der Sonne kommen unzählige Strahlen nach den aus der Wolke fallenden Regen, die wir für parallele halten können. Es falle ein Strahl von S auf den Tropfen A in h, so wird er in demselben erst dem Perpendikel durch Brechung zugelenkt werden, und nach a auf die hintere Fläche des Tropfens treffen. Hier wird zwar ein Theil Licht des Strahls hindurchgehen, ein anderer Theil aber doch nach c reflectirt, beim Ausgange vom Perpendikel abgelenkt, und in seine Grundfarben gespalten werden. Er gelange unter dem Winkel $SAO = 40^{\circ} 17'$ ins Auge, und ist also violettes Licht. Die andern Arten des Lichts dieses Strahls treffen wegen ihrer Divergenz das Auge in O nicht. Auf den Tropfen B fällt ebenfalls ein Sonnenstrahl, und wird wie der vorige darin reflectirt und beim Ausgang gebrochen. Er komme unter dem Winkel $SBO = 42^{\circ} 2'$ ins Auge in O, das also die rothe Farbe wahrnimmt. Die andern Farben erscheinen zwischen A und B nach ihrer verschiedenen Brechbarkeit. Man denke sich einen Sonnenstrahl SOM durch das Centrum der Pupille des Auges gehend; und den Winkel BAO um SM als um eine Achse beweglich, so ist klar, daß an allen Stellen des ganzen Weges, welchen BA beschreibt, dieselben

ben Farben erscheinen werden, wenn daselbst die Regentropfen stattfinden. Der Regenbogen ist also als ein Theil der Peripherie der Basis eines Kegels anzusehen, dessen Spitze der Mittelpunkt der Pupille des Auges ist. Hieraus erhellet, daß jeder Beobachter seinen eigenen Regenbogen wahrnimmt. Die Sonne, das Auge, und der Mittelpunkt des Regenbogens sind immer in einerley gerader Linie.

§. 1187. Auf die angeführte Art entsteht der Hauptregenbogen, oder der innere (§. 1184.), bey welchem die Strahlen in den Regentropfen nur einmal zurückgeworfen werden. Weil aber Strahlen SC, SD in f und g der Tropfen C und D auffallen, so erleiden sie eine doppelte Reflexion in d, d, wodurch sie natürlicherweise mehr geschwächt werden, die Farben aber in umgekehrter Ordnung erscheinen müssen, nemlich in C roth, und in D violett; wenn der Winkel SCO $50^{\circ} 57'$, und der Winkel SDO $54^{\circ} 7'$ beträgt (§. 1185.).

§. 1188. Wenn man HR mit dem Horizonte parallel durch O zieht, so ist der Winkel SOR = HOM; und die Höhe der Sonne über dem Horizonte beträgt also so viel, als die Erniedrigung des Mittelpuncts M des Regenbogens unter demselben. Hieraus folgt also ganz natürlich, daß, je höher die Sonne am Horizonte steht, um desto weniger sieht man vom Regenbogen. Wenn die Sonne 42° über dem Horizonte ist, so kann der Hauptregenbogen nicht mehr gesehen werden; und auch nicht einmal mehr der zweyte oder äußere, wenn die Höhe der Sonne über den Horizont 54° und drüber beträgt. Wenn SM mit HR zusammenfällt, so erscheint die Hälfte des
Kreis

reißt vom Regenbogen, und noch ein größrer Theil
inn gesehen werden, wenn die Sonne noch nach
rem Untergange in Regenwolken ihre Strahlen
nden kann. Cassini, Kraft und Bergman
aben solche Beobachtungen. Wenn das Auge so
och zu stehen kommen könnte, daß es bis 42° unter
l sehen könnte, so würde es den Hauptregenbo
n als einen völligen Kreis erblicken; wie ihn der
raf von Miranda gesehen zu haben bezeugt.

*Torb. Bergman de arcus coelestis explicationibus; in
seinen opusc. phys. chem. Vol. V. S. 314. (Ich bin ihm
in seiner gebrungenen Erklärung hier ganz gefolgt).
Die Geschichte der Meynungen über die Entstehungsart
des Regenbogens sehe man auch bey ihm.*

§. 1189. Nicht die Dünste der Wolke
elche den Regenbogen bilden, sondern
ropfen des Regens. Wenn an einer C
olke die Regentropfen fehlen, so bildet
isammenhängender Bogen, und man nennt
es kurzes Stück des Regenbogens eine *Regengalle*.
ebrigens erhellet noch aus dem Angeführten leicht,
aß wir alle Augenblicke einen andern Regenbogen
henn; daß wir bey uns nie in Süden einen Regens
ogen erblicken; daß er desto lebhafter erscheinen
üsse, je dunkler die dahinter stehende Wolke ist,
nd daß auch ein umgekehrter Regenbogen erscheinen
önne, wenn die Sonnenstrahlen von einer stillen
asserfläche im fallenden Regen reflectirt werden.
uch das von Wasserfällen als Regen in die Höhe
esprängte Wasser, kann dem Zuschauer in der gebo
gen Stellung der Sonne einen Regenbogen zeigen.
daß die Breite des Sonnenregenbogens größter
ahrgenommen wird, als aus der oben angeführten

Be-

Bestimmung der Winkelgröße folgt, hat seinen Grund darin, daß wegen des scheinbaren Durchmessers der Sonne einiges in Ansehung dieser Winkel eine Abänderung erleidet. — Auch der Mond kann einen, obwohl weit schwächern, Regenbogen hervorbringen.

§. 1190. Höfe, (coronae, halones) oder größere und kleinere helle Ringe, um die Sonne oder den Mond, entstehen ohne Zweifel ebenfalls nach den Gesetzen der Reflexion, Brechung und Zerstreuung des Lichtes in den Dämpfen unserer Atmosphäre; aus wissen wir nicht die Beschaffenheit dieser Dämpfe mit Gewißheit zu bestimmen. Die Bildung der sogenannten Nebensonnen und Nebenmonde ist ebenfalls bis jetzt noch nicht ins Licht gesetzt, und so wenig ich mich von dem Daseyn der Schnee- und Fogelwolken in der Luft überzeugen kann, so wenig kann ich auch glauben, daß sie durch vertical in der Luft schwebende Eisnadeln hervorgebracht würden.

§. 1191. Die Abend- und Morgenröthe rührt daher, daß von den auf die Wolken oder Dämpfe der Atmosphäre fallenden Strahlen der Sonne nur die rothen allein in unser Auge reflectirt werden. — Das sogenannte Wasserziehen der Sonne hat seinen Grund in der Erleuchtung der Dämpfe der Atmosphäre durch Sonnenstrahlen, welche durch Oeffnungen dunkler Wolken, oder zwischen denselben durchdringen.

Register.

Die Zahlen bedeuten die Paragraphen. N. bedeutet die Note.

A.

Aal, electrischer 1048
Abdrücke 1114
Abendröthe 1191
Ableiter, s. Oligableiter.
Abkhwefeln der Kohlen 433
Abweichung der Magnethadel
 1071. der Strahlen wegen
 der Gestalt des Glases 566.
 wegen der Farben 584
Acides 405. N.
Aderhaut des Auges 606
Aepfelsäure 447
Aepfelwein 491
Aether, Eulers 520. N.
Alaun 384
Alaunerde 384
Alaunerz 384. N.
Alaunschiefer, bituminöser
 435
Alkali, flüchtiges 370
Alkalien 366. feuerbeständige
 369 N.
Alkohol, Aufsteigen desselb. in
 Gähröhrchen 144. N. eis-
 genöthm. Gewicht desselb.
 330. Eigenschaften u. Mi-
 schung desselben 493. 494
Alumino 384
Amalgama 415 N.
Ameisensäure 483
Ammoniakgas 842. ff.
Anamorphosen, catoptrische
 953. N. dioptrische 561
Anatomischer Heber, Wolffs
 392. N.
Anzeichnung 173
Anhydren 1039

Außer des Magnets 1057
Apparat, pneumatisch, che-
 mischer 814. 817.
Arad 493
Aräometer 316. 329
Archimedisches Problem 338
Armaturen d. Magnets 1057
Arsenik, weißer 405. gelber,
 rother 440. N.
Arsenikkalk, schwarzer 405.
 N. phlogistisirter, voller
 Komer 482. N.
Arsenikkönig, Arsenikmetall
 405. 428
Arseniksäure 361. 428
Asche 468. 474. der thieris-
 chen Kohle 487
Asphalt 432
Atmen 772. N. bringt luf-
 saures Gas hervor 825.
 und Sticksas 827
Atmidometer, Atmometer
 1169
Atmosphäre 766. 1141. u. ff.
Atome 39. 40. Unterschied
 von Elementen 51
Attraction 117. 187.
Aufbrausen 814
Auflösung 162. auf wassern,
 auf trockenem Wege 167.
 gesättigte 162. vermeinte
 des Wassers in der Luft
 719. 756
Auflösungsmittel 162
Aufthauen 749
Augapfel 603
Auge, dessen Beschreibung
 602. ff.
Augengläser 635
Augen

R e g i s t e r.

| | | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Augenhöhle | 603 | here der Körper des Pflanz | reichs 445. nähere der |
| Augenlieder | eb. | Körper des Thierreichs | 476 |
| Augenmaß | 624 | Biegung des Lichts | 601 |
| Augennerve | 605 | Beweglichkeit | 51. 56 |
| Augenwimpern | 603 | Bewegung, absolute, relativ | 53. eigene, gemeinschafts |
| Ausdehnung | 51 | liche 58. wirkliche, schein | bare 59. Krümmung 68. |
| Ausdünnung 719. unmerklich | 753. ff. | gleichförmige, veränderte, | ungleichförmige, vermin |
| Ausläder 997. Henry's all | eb. | derde, beschleunigte, gleich | förmig beschleunigte, gleich |
| Ausgeschlagen der Rinde | 1161 | förmig verminderte, un | gleichförmig beschleunigte, |
| Australerde | 390 | ungleichförmig vermindert | 73. Größe derselben bey |
| Azote | 329. N. | tragen Körpern 83. bey un | derscheidenden Massen 112. |
| B. | | einfache 86. zusammenge | setzte 90. gerade, schiefe 97. |
| Bäche | 1138 | geradlinigte 100. Seeen | derselben 63 — 104 |
| Bäder | 1142 | Bewegungsbrunnen | 371 |
| Balsame, natürliche | 547 | Bewegungslehre, reine | 57 |
| Barometer | 789. ff. | Bier | 491 |
| Barometerveränderungen | 1143. ff. | Bierwaage | 316 |
| Baroscop | 789 | Bild des Gegenstandes in | Spiegeln, in Planspiegeln |
| Baryte | 385 | 544. ff. in hohlen Kugels | piegeln 551. in erhabenen |
| Basalt | 1120 | Kugelspiegeln 552. in cy | lindrischen und conischen |
| Batterie, electrische | 1004 | Spiegeln 553. in erhab | nen Gläsern 568. in Hohl |
| Bedeckungen des Objectiv | 635 | gläsern | 572 |
| Begins rauchender Geist | 438. N. | Bismuth | 1130 |
| Benzoebäumen, Benzoeharz, | 459 | Birnprobe, Emeaton's | 305 |
| Benzoessäure | 459 | Bittersalz | 383. N. 1. |
| Beobachtung | 11 | Bittersalzerde | 383 |
| Bergbalsam | 430 | Bitterwasser | 1141 |
| Bergcrystall 386. Brechungs | 559 | Blasbälge | 778 |
| verhältniß | 559 | Blättererde | 458 |
| Berge 1099. Höhe derselben | 1118 | Blätterfoble | 433 |
| über einen andern Ort | 1101. feuerspende | Blende, phosphorescir. | 642 |
| Bergketten | 1099 | Blendung im Auge 607. in | Rernröhren |
| Bergabl | 431 | 635 | |
| Bergreiben | 1092 | Bley | 416 |
| Berggrüben | 1100 | Bleyasche | 416. N. |
| Bergtheer | 432 | | |
| Berlinerblau | 418. 488 | | |
| Berlinerblausäure | 432. N. | | |
| Bernstein | 436 | | |
| Bernsteinsäure | 364 | | |
| Bestandtheile 48. nähere, ent | | | |
| fernere 49. nähere der or | | | |
| ganischen Körper 444. ab | | | |

R e g i s t e r.

Bleybaum 410 N.
 Bleyessig, Bleyglätte, Bley-
 glas 416 N.
 Bleyweiß 416
 Bleyzucker 416 N.
 Bliß 1174 ff.
 Blißableiter 1178
 Blutlauge 488 N.
 Blutlaugensalz 488
 Blutwärme, menschliche 675
 Blutwasser 479
 Bologneserstein 385. 652
 Boracit, 382. Electricität
 desselben 1047
 Borarsäure 359
 Bouffole 1069
 Borsalz 1127
 Brandweinwaage 316
 Braunstein 425. giebt der
 phlog. Luft 859
 Braunsteinkönig 425
 Brechbarkeit, verschied. des
 Lichts 574 ff.
 Brechung der Lichtstr. 554 ff.
 allgemeines Gesetz derselben
 556. Erkl. davon 559 N.
 verwandelt sich in Zurück-
 strahlung, ebend. 579. in
 ebenen Flächen 560. in ge-
 krümmten Flächen 562. in
 converen Gläsern 564 ff.
 in Hohlgläsern 571
 Brechungswinkel 555
 Brechungsverhältniß 559
 Brechweinstein 424
 Breite 29
 Brennbarer Geist 493
 Brennbare Wesen, siehe
 Brennstoff.
 Brenngläser 904
 Brennpunct, concaver sphä-
 rischer Flächen 536. concav-
 er elliptischer Flächen 537.
 parabolischer Flächen 538.
 imaginärer concaver Gl.
 539. erhabener Glaslinsen
 564. imaginärer der Hohl-
 gläser 571
 Brennspiegel 904. 902 ff.

Brennstoff 917. als Bestands-
 theil der Metalle 405. was
 ihn bildet 650. 917
 Brennweite, Bestimm. der.
 bey concav. Kugelflächen
 536. u. N. der imaginären
 bey convexen Kugelflächen
 539 N. erhabener Glaslins.
 564. Bestimm. der. eb. N.
 567. der Hohlgläser 571. N.
 Brillen 629
 Bronze 398. N.
 Brunnen, gegrabene 1140.
 Kirchers 774. N. intermittir-
 ender 778. N.
 Brunnenwasser 1141
 Butter 478
 C.
 Calorimeter 734
 Camera obscura des Baptista
 Porta, optische, dioptrische,
 tragbare: clara Rheintas-
 lerische 570. N.
 Capazität der Körper für
 Wärme 701
 Carbone 473
 Carmin, blauer 426. N.
 Cartesianisches Teufelchen
 312. N. 767
 Castor und Pollux 1181
 Cathetus incidentiae 532
 Caoutchouc 448
 Cementkupfer 410
 Cementwasser 1141
 Centralbewegung 103. An-
 wendung ihrer Lehre auf
 das Planetensystem 260. N.
 Centralkräfte, Centrifugal-
 kraft, Centripetalkr. 103
 Centrum motus 271. virium
 103. gravitatis 211. oscil-
 lationis 247
 Chamäleon mineralisches 323
 Chausin 1157. N.
 Chaux 381
 Chinesischer Wurzelw. 219. N. 1
 Cohärenz, eine eigene Grund-
 kraft 114. Phänomene der-
 selben 115 u. ff.
 Cohä:

உருகிச் செல்:

Electricitätszähler, Carab
108 - 1038
Ele

G i f t e r.

| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| lectricitätssträger, beständi- | Endiometer 867. neuerd- |
| biger 1008 | ferres des Fontana 81 |
| electricitas vindex des Bec- | n. f. durch Verbrennen 1 |
| caria 988 | Phosphorus 1 |
| lectrische Materie 930. hat | Expansibilität 334. 339. rül- |
| Licht zum Bestandtheil 690. | von einer eigenen beweg- |
| 1046. ist ein expansibles | den Kraft her 3 |
| Fluidum 334. de Luc's Theor- | Expansionskraft ist eine Brui- |
| rie über die Natur dersel- | kraft 114. 3 |
| ben 1046 | Erweis 4 |
| lectrismaschine 951. vers- | f. |
| chiedene Arten dersel- | Gadenartiger Theil des V- |
| ben 952 | tes 4 |
| lectrometer, und verschiede- | Fällung, Fällungsmittel 1 |
| ne Arten desselben 965 | Fäulniß, ihre Bedingungen |
| lectrophor und dessen Theil- | und Phänomene 501 |
| le 1008 ff. Phänomene des- | Fall schwerer Körper, und G- |
| selben 1013 ff. dessen Theor- | setze desselben 195 ff. a |
| rie 1026 ff. | einer schiefen Ebene, 4 |
| lemente 49. 50 M. | setze desselben 220 — 23 |
| lementarwelt 307 | Fall in krummen Linien |
| manationssystem d. Lichts | 230. 241. 2 |
| 320 M. | Fallhöhe, 197 ff. Bestimmun- |
| ntzündungsflasche 819 | derselb. durchs Pendul 2 |
| ntzündlicher Grundstoff, f. | Fallen im Prisma 573. |
| Brennstoff. | ihre Theorie nach Newton |
| ntzündung, f. Verbrennen. | 586. der Körper 590. ff. 1 |
| rdbeben 1123 | durchs Prisma betrachtet |
| rden 377. einfache 378. ab- | Körper 593. Veränderun- |
| sorbirende, alkalische 379. | der f. d. Körper, durch Verä- |
| des Metalles 400 | derung ihrer Mischung 4 |
| rderschütterungen 1123 | Farbenbild 5 |
| rdharze 429 | Federharn 4 |
| rdstoffe 435 | Federkraft 1 |
| rdtbl 431 | Federrohre, dioptrische, ca- |
| rdpoch 432 | dioptrische 634. Hollän- |
| rdrohr 638 | sches, oder Galiläisches, J |
| rdanzungstheile 48 | plersches 637. Erdrohr 6 |
| rdschütterungsflasche, Klei- | 336. farbenloses, achrom- |
| stische, Leidner 990. Eins- | atisches, Dollond'sches 64 |
| richtung derselb. 992. Phä- | reflectirende f. Spiegel |
| nomene derselben 989. 994 | lescope. |
| — 1004. Theorie 1006 | Festigkeit 125. 3 |
| rdschütterungsversuch 990 | Fett 4 |
| rdlager 1109 | Fettsäure 478 |
| rdig 497. destillirter 498. 499 | Fenstriae des Auges 1 |
| rdigährung 489 | Feuer 902. dessen Entstehu- |
| rdianaphtsa 495 | beim Verbrennen f. W |
| rdigsäure 495 | brennen. |

R e g i s t e r.

| | | | |
|---|---------|------------------------------------|----------|
| Feuerfontaine | 783. N. | Nährnngsmittel | 49 |
| Feuertugeln | 1182 | Sänge | 1106. f. |
| Feuerluft f. dephlogist. Luft. | | Salmen, krystallisirter ist | |
| Feuermaschine | 715 | cristall | 1047 |
| Figur | 30 | Salkäpfelsäure | 460 |
| Finder am Newtonschen | | Gallerte | 477 |
| Spiegeltelescop | 644 | Gangart | 1106 |
| Finsterniß | 514 | Ganggebirge | 1109 |
| Flüchtheinbarometer | 759 | Gangklüfte | 1106 |
| Flamme 920. Verschieden- | | Gangmetalle | 393 |
| heit in der Farbe derselben | | Gas, Gasarten 271. 213. f. | |
| 922. ist keith reines Feuer | 923 | luftsaures 365. 221. f. | |
| Flasche, Kleist'sche f. Erschüt- | | schweres brennbares, 469. | |
| terungsflasche. | | 484. 507. 241. f. leichtes | |
| Flaschenzug | 281 | brennbares 335. f. hepatis- | |
| Fleischbrühen | 477 | cher 244. f. N. salzsaures | |
| Fliehkraft der Erde 260. N. | | 251 f. Stickgas 227 f. Sal- | |
| 12. vermindert die Schwere | | petergas 230. f. Phosphor- | |
| eb. 13. und die Beschleunigung | | gas 246. f. Ammoniakgas | |
| des Penduls 251. 2. | | 348. f. Schwefelgas 374. | |
| Flintglas, eigenthümliches | | flußspathsaures 357. f. | |
| Gewicht desselb. 330. Bre- | | Barometer | 298 |
| chungsverhältniß 599. An- | | Gebirge 1099. 1103. un- | |
| wendung zu achromatischen | | fängliche, einfache 1104. | |
| Fernröhren | 642 | Höfgebirge 1112. anse- | |
| Fluß, Flößgebirge | 1110 | schwemmte 1115. vulcani- | |
| Flußklüfte | 1105 | sche 1118. plattes Landge- | |
| Flüsse, chemische | 708 | birge 1116. Seifengebirge | |
| Flüsse des festen Landes | 1138 | | 1117. |
| Fluß, Baumes schneller | | Gebirgsarten, uranfänglich | |
| 708. N. | | 1105. Flöß; 1112. Gang- | |
| Flüssigkeit 125. tropfbare 129. | | 1107. vulcanische 1120 | |
| 335. 339. expansible, elas- | | Gefälle, der Flüße | 1118 |
| tische 129. 335. discrete | | Gefäßhaut des Auges 604. | |
| 335. strahlende 340 | | der Echnerven 605 | |
| Flußspath 382. N. 4. Leuch- | | Gefrieren 709. des Wassers | |
| ten desselb. 552 | | 746. f. der Fenster 1161 | |
| Flußspathsäure | 358 | Gefüge | 117 |
| Fluth, f. Ebbe und Fluth. | | Gegenkraft | 108 |
| Fraterna caritas 774. N. | | Gegenwirkung | 108 |
| Frostpunct, künstlicher | 667. | Gegenwart | 447 |
| natürlicher 668. | | Geist, wässrigt .salziger | |
| Fundamentalabstand am | | 469. 471. höchst alkalisch | |
| Thermometer | 667 | süßer 484. brenn- | |
| Fundamentalelectrometer de | | barer 493. 705. N. | |
| Lucs. | 965 | Gerauschk | 301 |
| | G. | Gründwindigkeit | 72. f. |
| Gährung | 429 ff. | Gesehen | 709 |
| | | Gesundbrunnen | 1141 |
| | | | Gefü- |

Regiſter.

| | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Sechse | 881 | Hufeisen | 418 |
| Schwächalkali | 367. 368. 474 | Gymnotus electricus | 1048 |
| Semich | 189. absolutes 192. | Gyps | 382. kühltet 652 |
| eigenthümliches | 193 f. Bes | | H. |
| stimmung desselben durch | | Haarröhrchen, ihre Phäno | |
| Wasserständen | 310 ff. relativ | mene, und Theorie ders | |
| des od. respectives | 222. 307 | selben | 141. ff. 154 |
| Semitter | 1171 ff. | Häute des Auges | 604 |
| Semitterableiter | 1178 | Hagel | 1168 |
| Slanzkohle | 433 | Halbfugeln, magdeburgische | 806. N. |
| Slas, gemeines | 387. Bre | | |
| chunasrerhältniß | 559. N. | Halbleiter | 937 |
| metallisches | 401 durch Kos | Halbmetalle | 393 |
| baldfalk ringirtes | 423. N. | Halbsauren | 405. N. |
| vom Epießglatze | 424. N. | Halbschatten | 530 |
| Slascylindermaschinen | 952 | Hammerschlag | 418. N. |
| Slaselectricität | 962 | Harz | 447. N. |
| Slasgeräthschaft, Parkersche | 819. 822. | Harzelectricität | 962 |
| | | Hebel, mathematischer, gerads | |
| Slanslinsen | 562 | linigter, physischer | 271. |
| Slascheibenmaschin. | 952. N. | doppelarmigter, einarmig | |
| Slaubersalz | 374. N. 2. | ter | 272. gebrochener 281. |
| Slanchartigkeit der Rasse | 45 | Besche des Hebels | 273. ff. |
| Slleichgewicht am Hebel | 273. | Heberbarometer | 792 |
| 276. ff. flüssiger Körper | | Hefen | 490 |
| 285 ff. flüssiger und fester | 306. ff. | Helenen, Feuer | 1181 |
| Slüben, Slübefener | 920. 923. | Helintrop | 386. N. |
| Slold | 412. große Dehnbarkeit | Helligkeit | 514 |
| desselben | 40 N. | Heronball, Heronsbrunnen | 779 |
| Sloldfalk, Sloldpurpur des | | | |
| Caßius | 412 | Hize | 654 |
| Slraphit | 443 | Hismaterie | 656 |
| Slravitation | 182 | Höfe um den Mond | 1190 |
| Slriesholz, Tinctur | 598 | Höhenrauch | 1163 |
| Slrobkohle | 433 | Höhlen, unterirdische | 1124 |
| Slröße, stetige | 34. der Bewe | Höllenstein | 414 |
| gung träger Massen | 83. wis | Hohlgläser | 562. Phänomene |
| derstehender Massen | 112. | des Lichts darin | 571. 572. |
| scheinbare des Gegenstands | 620 | Anwendung für Kurzsi | |
| des | | tige | 628 |
| Slrünspan | 417. krystallisteter, | Holz, bituminöses | 435 |
| ebendas. | | Honigstein | 499 |
| Slrundkräfte | 8. 113 | Horizontalebene, Horizon | |
| Slrundkrystallisation | 132 | tallnie | 181 |
| Slrundmassen | 48 | Hornhaut | 604 |
| Slrundstoffe | 48 | Hornsilber | 414. N. |
| Slummi | 446 | Holzerde, bituminöse | 435 |
| Slummiharz | 447 | Hufeisen, magnetisches | 1069 |
| | | Hügel | 1099 |
| | | Ecc | 599 |

R e g i s t e r.

- Luftsaures 374. *N. mineralis*
 sches 369. flüchtiges 370.
 phlogistisirtes 488. *f. Alkali.*
 Lava 1129
 Lebensluft 859. *ff.*
 Leere, Torricellische 769. *Bons-*
leische, Guericke'sche 805
 Leirungen 398
 Leim 477
 Leiter der Wärme 737 *ff.* der
 Electricität 935. 936. 940
 Leuchtsteine, Margarats 653
 Libans rauchender Spiritus
 419. *N.*
 Licht 513. ist eine strahlende,
 elastische, discrete, impons-
 derable Flüssigkeit 519. Ges-
 chwindigkeit der Ausbrei-
 tung desselben 520. Gründe
 für Dasenn einer eigenen
 Lichtmaterie 520. *N.* Stärke
 desselben 523. Zurückstrah-
 lung, Reflexion desselben
 531 *ff.* Brechung desselben
 554 *ff.* verschiedene Brech-
 barkeit desselb. 573 *ff.* Neus-
 gung desselben 601. flairtes
 648 *ff.* woben es entwickelt
 wird 649. bildet in Vereis-
 nigung d. Materie d. Wärs-
 me den Brennstoff 650. 917.
 Quelle desselb. beim Ver-
 brennen nach Lavoisier 650.
 bildet electrische Materie
 650. 1046.
 Lichtmaterie, *f. Licht.*
 Lichtstrahlen 518. divergirens-
 de, convergirende 524. pa-
 rallele 525. *f. Licht.*
 Linsen, optische 562
 Locher 34
 Löthen 135
 Luthbrohr 913. *N.*
 Luft, Eigenschaften derselb.
 746. *ff.* ihre Entstehung aus
 festen u. flüssigen Körpern
 710. trägt zur Erzeugung
 der Dämpfe nichts bey 718.
 Elasticität derselben 767. ist
 schwer 769. ist ein flüssiger
 Körper 771. Zusammens-
 pressung derselb. 779. *specis-*
fisches Gewicht derselb. 807.
 dephlogistisirte, reine, eins-
 athmungsfähige 856. Was
 sis der reinen 873. Mis-
 chung der atmosphärischen
 864 *ff.* wie man den Grad
 der Reinigkeit der atmos-
 phärischen bestimmt 868 *ff.*
f. Gas.
 Luftarten, *f. Luft und Gas.*
 Luftbild 551
 Lusterscheinungen, *f. Meteore.*
 Luftgütemesser *f. Eudiometer.*
 Luftpumpe 799. versch. Arten
 derselben 803
 Luftsäure 365
 Luftsaures Gas, *f. Gas.*
 Luftthermometer 663. *Amons-*
tons 797. *Bernoullisches* 798
 Luftzunder 926
 Lumière 50. *N.*
 Lupen 562
 Lympher 479

N.

 Maaß d. Centripetalkraft 103
 Magnesia 383
 Magnet, natürlicher 1050.
 Polarität desselben 1051.
 1071. *ff.* anomalisther, zu-
 sammengesetzter 1052. zieht
 auch Kobaldfönig an sich
 1055. gewaffneter oder ar-
 mirt 1057. künstlicher
 1064 *ff.* 1078 *f.*
 Magnetische Materie, Theo-
 rie derselben nach *Hrn. Pres-*
voß 1083 *ff.*
 Magnetnadel, Abweichungen.
 1070. Neigungen. 1076
 Magnetometer 1058
 Manometer 810
 Markhaut 608
 Mariottisches Gesetz 780
 Masse, des Körpers 41. gleich-
 artige, ungleichartige 46.
 widerstehende 110
 Eee 2 Mastis

R e g i s t e r.

| | | | |
|--------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| Barometer | 1149 | Prinimetall | 998. R. |
| Berment | 440. R. | Pulshammer | 713. R. |
| Bernguetere | 549. R. | Pupille des Auges | 607 |
| Brean | 1158 | Pyrometer, Wedgewoods | 676. |
| Ort, absoluter, relativer | 52 | was man noch mit diesem | |
| Stromwind | 1142 | Namen benennt | 705 |
| Oxygene | 769 | Pyrophosphor | 600 |
| | | Pyrophosphorus, Hombergs | 926 |
| | | | Q. |
| Panzer d. Magnets | 1057 | Quadrantenelectrometer | 965 R. |
| Passatwinde | 1154 | Quecksilber 415. versüßtes eben- | |
| Pechkohle | 433 | das. R. Anwendung zu Ther- | |
| Pendul 232. einfaches, mathe- | | momestern 663. zu Barome- | |
| matishes, zusammengesetztes | | tern 793. 794. wann es ge- | |
| 233. 246. Schwingung des- | | friert, und wann es anfängt | |
| selb. 355. Länge d. einfachen | | zu sieden | 675 |
| 249. Grahams roßbäumiges | | Quecksilberapparat | 818 |
| 251. Gesehe d. selb. 236—242. | | Quecksilbertalk | 414. R. |
| Pendeluhr | 253 | Quecksilberpräcipitat, weißer | 415. R. |
| Percussionsmaschine des Ma- | | Quecksilbersalpeter | 415. R. |
| riotte | 264 | Quecksilbersublimat, ägender | 415 R. |
| Perispectiv, magisches | 549. R. | Quecksilberthermometer | 663 |
| f. Fernrohr. | | Quecksilbervitriol | 415. R. |
| Pflanzenbutter | 461 | Quellen 1138. heiße | 1148 |
| Pflanzenstoff, scharfer | 465. nar- | Quellwasser | 1148 |
| torischer | 466 | | R. |
| Pfundzinn | 398. R. | Rad, an der Welle | 281 |
| Phlogiston f. Brennstoff. | | Radarometer | 794 |
| Phosphor, Kunkels, Hom- | | Raja Torpedo | 1048 |
| bergs, Baldwins, Cantons | | Rauch 720. beim Verbrennen | 920 |
| 652. Anwendung desselb. zur | | Raum 29. 32. leerer 32. her- | |
| Prüfung der Luft | 872 | streuter leerer 35. absoluter 2 | |
| Phosphorescenz der Körper | 651 | Rautenglas | 561 |
| Phosphorwasser, entzündliches | | Recipient der Luftpumpe | 800 |
| | 846. f. | Reduciren der Metalle | 409 |
| Phosphorsäure | 360 | Reflexion des Lichts 531. feder- | |
| Pistole, electriche | 955 | harter Körper | 268. 269 |
| Platina | 413 | Regen | 1164 |
| Plattformen | 1000 | Regenbogen, und dessen Theo- | |
| Pluselectricität | 963 | rie | 1184. R. |
| Pole des Magnets 1052. künst- | | Regenbogenhaut | 607 |
| liche 1057. gleichnamige 1060. | | Regenmaße | 1169 |
| ungleichnamige 1061. freund- | | Regulae Newtonianae | 19 |
| schaftliche, feindschaftliche | 1063 | Reibzeug der Electrisirmaschine | |
| Polemoffoy | 549. R. | 951. Einrichtung dess. | 953 |
| Ponderosität | 192 | Reif | 754. 1168 |
| Porosität | 34. 51. | Reißbley | 443 |
| Porzelle | 386. R. | | Ret. |
| Pottasche | 368. 474 | | |
| Preussische Säure | 488. R. | | |

. R e g i s t e r .

| | | | |
|---|----------|---|------------------|
| Reißbarometer | 795 | Schall | 874. R. |
| Resonanz | 824 | Schallstrahlen | 835 |
| Rhomboidalsalpetre 374. R. 5. | | Schatten 527. gerader, ungerader 528. wahrer, falscher | |
| Richtung | 67 | Schatten | 930 |
| Röhre, Torricellische | 769 | Schreibmaschine | 952 |
| Robeisen | 418 | Scheidung | 159 |
| Rolle | 281 | Schieferkohle | 433 |
| Rollen des Donners | 1176 | Schießpulver | 928. R. |
| Rost | 406. R. | Schillern der Körper | 597 |
| Ruhe, absolute, relative | 54 | Schlacken | 387. R. |
| Ruhepunkt | 271 | Schlagweite des elektrischen Funkens | 946 |
| Rücken der Gloggeberge | 1113 | Schleim | 446 |
| Rum | 493 | Schluchern | 1099 |
| Ruß | 920 | Schmelzen | 707 |
| | | Schmelzungsmittel | 708 |
| Saalbänder | 1106 | Schminkeweiß | 420. R. |
| Säuren | 354 | Schnee | 1168 |
| Saffor. | 423. R. | Schwadenarten 320. entzündliche | 811 |
| Salmiak, gemeiner 374. R. 9. | | Schwefel | 437 |
| Salmiakgeist, ähender | 370 | Schwefelbäder | 1143 |
| Salpeter, gemeiner 374. R. 4. | | Schwefelgas | 856 |
| Salpetergas, Eigenschaften desselben | 830 | Schwefelkies 440. R. Erzeugung desselben | 925 |
| Salpetergeist, rauchender | 356 | Schwefelleber | 438 |
| Salpeterluft, f. Salpetergas. | | Schwefellebergas | 439 |
| Salpeterminaphtha | 495 | Schwefelluft, f. Schwefelgas. | |
| Salpetersalmiak 374. R. 6. | | Schwefelmetalle | 440 |
| Salpetersäure 356. Erzeugung derselben bey der Verwesung 511. durch den elektrischen Funken 1043. durch flüchtiges Alkali | 511 | Schwefelmilch | 439 |
| Salze 349. Krystallisirung 351. Eintheilung derselben | 353 | Schwefelmäßer | 844. 1141 |
| Salzgeist, rauchender | 357 | Schwere | 44. 114. 182. R. |
| Salzkrystalle 351. verwitternde | 352 | Schwererde | 305 |
| Salzsäure, f. Küchenessigsäure. | | Schwerkraft | 188 |
| Salzöolen | 1143 | Schwerpunkt 211. f. Directionslinie desselben | 215 |
| Salzwage | 316 | Schwerpach 385. R. Erzeugung desselben | 648 |
| Samiel | 1157. R. | Schwerstein | 427 |
| Sammlungsgläser | 564 | Schwingung des Penduls | 236 |
| Sandarc | 447 | Mittelpunkt desselben | 247 |
| Sauerbrunnen 1141. künstl. 822 | | Schwingungspunkt | 247 |
| Sauerleesäure | 454 | Schwingungszeit | 236 |
| Sauerleesalz | 454 | Schwingung, halber, einfacher, ganzer, zusammengefügter, chronometrischer | 876 |
| Sauerstoff | 765 | Secundenpendul | 249 |
| Saugen | 778. R. | Seewinde | 1156 |
| Saugpumpen, Aufsteigen des Wassers in denselben 771. R. | | | |

Sehen,

R e g i s t e r.

Sehen, Bewandniß damit 12 ff.
 Sehwinkel 620
 Seite 462
 Seifengebirge 1116
 Seignettesalz 453
 Selbstentzündung 924. 925
 Selenit 382. N. 1.
 Siedepunkt am Thermometer
 667. genaue Bestimmung des-
 selben 671
 Silber 414
 Silberbaum 410. N.
 Silberglätte 416
 Silberfalspeter 414. N.
 Silenus electricus 1048
 Similor 398. N.
 Sirocco 1157. N.
 Smalte 423. N.
 Soda 369
 Sonnenfeuer 905
 Sonnenmikroskop, Licherkühn's,
 Martins 570
 Sonnenrauch 1163
 Sonnenzeit, wahre, mittlere
 71. N.
 Spanarän 417. N.
 Speckhaut 480
 Spiegel 540. es giebt keinen
 vollkommenen mathemati-
 schen 541. Materien, woraus
 sie gemacht werden 542. ebene,
 oder Planspiegel 543. Phäno-
 mene derselben 544. ff. hohle
 Kugelspiegel, Phänom. davon
 551. erhabene Kugelspiegel,
 Phänomene 552. cylindrische,
 conische 543
 Spiegelkabinette 548. N.
 Spiegelkasten 548. N.
 Spiegeltelescop 643. Newton-
 sches 644. Gregorischs 645.
 Cassegrainsche 646. Herschel-
 sche 647.
 Spiegelstimmer 548. N.
 Spießglasbutter 424. N.
 Spiegelanzammetall 424
 Spiritus Mindereri 458
 Sprachgewölbe 892
 Sprachrohr 892
 Springbrunn 123

Spritzen, Aufspritzen des Was-
 sers in denselben 771. N.
 Stachelbauch, elektrischer 1048
 Stärke 450. blaue 423. N.
 Stahl 418
 Stahlbrunnen 1141. Infsaure
 828
 Stalactiten 1148
 Stachheber 771. N.
 Steinkohle 433. unverbrenn-
 liche 434
 Strindhl 431
 Steinsalz 374. N. 2.
 Sternentag 71. N.
 Sternrohr, Keplersches 637
 Sternschnuppen 1182
 Steingas 827 ff.
 Stickstoff 829. N.
 Stiesel, der Luftpumpe 800
 Stockwerk, in der Gebirgslehre
 1109
 Stoß 63. gerader, schief 97.
 schwerer Körper 261. Gesetze
 desselben bey rigiden Körpern
 264. bey federharten Kör-
 pern 266 ff.
 Stoßmaschine, des Mariottes
 264. N.
 Strahlenbündchen d. Auges 606
 Strahlenbrechung, astronomi-
 sche 561. s. auch Brechung.
 Strahlencylinder 225
 Strahlenkanal, Fontana's 606
 Strahlenkegel 512
 Ströme 1137. des Weltmeers
 1136.
 Stufenleitern der einfachen
 Wahlverwandtschaften 178
 Stückgut 398. N.
 Sturm 1158
 Sublimiren 723
 Südwind 1152
 Sulze 477
 Sumpfs 1137
 Sumpflust 507. siehe schweres
 brennbares Gas.
 Süße Salze 359
 Sympathetische Tinte, aus Ku-
 pfer 417. N. aus Kobalt,
 Hellsche n. blaue 423. N.
 2.

R e g i s t e r.

| | | | |
|---|---------|--|--|
| Z | | | |
| Zuckerglocke | 775. N. | Trichter, magischer | 771. N. |
| Zaagwasser | 1149 | Tromben | 1170 |
| Zalg | 478 | Trommel d. Electrophors | 1011 |
| Zaiserde | 383 | Tropfenbildung | 127. 128 |
| Zangentialkraft | 103 | Tungstein | 382. N. 9. 427 |
| Zaschenelectrometer | 965. N. | Turmalin, dessen elektrische Eigenschaften | 1047. N. 2. |
| Zerlescope, s. Fernrobre und Spiegeltelescope. | | Turpeth, mineralischer | 415. N. 11. |
| Temperatur 621. wie sie verändert wird | 687 | Ueberlage am Hebel | 271 |
| Terpentin, Terpenchindhl | 447 | Umlaufzeiten bey der Centrabewegung, ihre Bestimmung | 104. N. |
| Terrachord | 901 | Undurchbringlichkeit | 31. 41 |
| Zeichen, cartesianisches | 312 | Universalswaage, Leupolds | 280. N. |
| Zähler | 1099 | Unschlitt | 478 |
| Zhuu | 1160 | Unterlage am Hebel | 271 |
| Ziehbarkeit | 36. 51 | Untiefen | 1126 |
| Zheile, gleichartige, ungleichartige | 48 | Uranfänge | 49 |
| Zheitganze | 48 | Uranium | 428 |
| Zheilung, physische, mechanische 40. 159 chemische 42. 159 | | Urschall | 893 |
| Zhermometer 661 ff. Luft-Weingeist, Quecksüber, 663. Drehbellsches 665. Florentinisches 665. Fahrenheitisches 667. Reaumurisches 668. Fohlesches 670. Celsiusisches 670. Reducirung ihrer Scalen 671. Bestimmung d. Fundamentalabstand. ders. 672 f. Amontonsches 797. Bernoullisches 798 | | Urkstoffe | 49 |
| Zhermoscop | 661 | B. | |
| Zhouerde | 384 | Vegetationen, künstliche | 410 |
| Zbran | 478 | Ventilatoren | 778 |
| Zinre, sympathetische aus Kupfer 417. N. Hellott, Jsemanns 423. N. gemeine | 460 N. | Ventile an der Luftpumpe | 802 |
| Zombaf | 398. N. | Verbrennen 649. 906. Bedingungen und Umstände dabei | 911 — 916. Theorie 917. nach Lavoisier 918 |
| Zon | 895. N. | Verdampfung | 719 |
| Zonne, magische | 729. N. | Vergleichungsthermom. | 671 N. |
| Zopas, brasilianischer, dessen electrische Eigenschaften | 1047 | Vergolden | 135 |
| Zori | 435 | Vergroßerungsglas s. Mikroskop. | |
| Zrähgheit | 61 ff. | Verfalken der Metalle | 399 |
| Zrag, vulkanischer | 1-20 | Theorie davon | 409 |
| Zraubenhaue des Auges | 607 | Verpuffen | 928 |
| Zrichurus indicus, s. unter den Verbesserungen. | | Versilbern | 135 |
| | | Versäuerungen | 1114 |
| | | Verwandtschaften, chemische | 160 ff. |
| | | Verwandtschaftsmittel, anorganisches | 173 |
| | | Verweisung s. Fäulnis. | |
| | | Verzinnen | 135 |
| | | Vibration des Penulus | 215 |
| | | Vitriolächer, Vitriolwasser | 495 |
| | | Barial | |

R e g i s t e r . . .

| | |
|---|---------------|
| Vitriolsäure | 355 |
| Vitriolspiritus | 355 |
| Vorberge | 1203 |
| Vulcan | 1118 ff. |
| W. | |
| Waage, hydrostatische | 319. |
| | 329. W. |
| Wacholderharz | 447 |
| Wachs | 461 |
| Wärme 654. s. auch Wärmematerie. | |
| Wärmematerie 656. ist eine expandible discrete und strahlende Flüssigkeit 340. 678. freye, fühlbare, thermometrische 677. unmeßbare, verborgene, fixirte 726. adhärirende, chemisch gebundene 727. Ausdehnung verschiedener Körper dadurch 705. Wirkung auf Körper 704 ff. Mittheilung derselben 682. ff. Gleichgewicht derselben. 684. ff. specifische, comparative, relative 701. ff. Gesetze, nach welchen ihr Verborgenerwerden bei Veränderung der Form der Aggregation d. Körper geschieht 729 — 733. Leitungskraft der Körper dafür 737. ff. | |
| Wärmeleitende Kraft der Körper | 737 |
| Wärmemesser s. Thermometer. | |
| Wärmesammler, Ducarla's | 743. W. |
| Wärmestoff s. Wärmematerie. | |
| Wahlverwandtschaft, einfache | 179. |
| | 179. doppelte |
| Wallgucker | 549. W. |
| Wallrath | 478 |
| Wasser 745. harte, weiche 462. mineralische 1141. luftsaures 365. 322. 1141. Gefrieren desselben 746. ff. Verwandlung in Dampf 710. ff. 752. ff. ist compressibel 335. 745. dessen unmerkliche Ausdünstung ist keine Auflösung in der Luft 719. 753. ff. Verwandlung desselben in Luft | |

| | |
|--|--------------------|
| 761. in Erde 762. auf dessen Gleichbige bei der Druß der Luft Einfluß 713. nur das Liquide ist fruchtbar 752. ist die Basis aller luftförmigen Flüssigkeiten 763. gehört zu den elementarischen Substanzen 764. Bestandtheile derselben nach Favosier 765. | 838. |
| Basserleyssäure | 424 |
| 710. 752. dessen | 714 |
| | 1170 |
| | 765 |
| der Sonne | 1198 |
| Siedberge | 1118 |
| 219. W. 2. | 447 |
| | 490 |
| Weinessig | 458 |
| Weingährung | 488 |
| Weingeist | 493. ff. |
| Weingeistthermometer | 663 |
| Weinprobe, württembergische Hahnemanns | 441. W. |
| Weinstein 452. vitriolisirter 374. N. 1. tartarisirter 453. Entziehung desselben s. d. Gährung | 490 |
| Weinsteinsäure | 452 |
| Weinsteinsalz | 368 |
| Weitsichtigkeit | 629 |
| Weltmeer | 1126 |
| Wettermessung | 798 |
| Wetterleuchten | 1130 |
| Wetterwächter | 786. W. |
| Wetterwechsel in den Gruben | 786. W. |
| Widerstand | 106 |
| Wiederherstellung der Metalle | 403. Theorie davon |
| | 405. |
| Wiederschall | 893 |
| Wind 1151. beständiger Ostwind zwischen den Wendekreisen 1153. Passatwinde 1154. Land-, Seewinde 1155. unbeständige | 1156. |
| Windbüchse | 779 W. |
| Windmühle | 715 |
| Wind | |

S f f

Verbesserungen.

- Seite 52 §. 9 statt Es : Da, lies Da : Es
- 54 — 25 ft. MV l. MV²
- 54 — 25 ft. MV : mv, l. MV² : mv²
- 58 — 3 ft. BC l. BD
- 99 — 9 nach zusammensetzenden setze hinzu: Kräften
- 62 — 6 l. §. 98.
- 112 — 16 ft. wieder l. wird
- 170 — 1 ft. rlv l. rlv
- 173 — 4 nach rheinl. Fuß setze hinzu: nahe
- 177 §. 259. statt: hat am Ende seines Niedersinkens eben die Geschwindigkeit, lies: ist am Ende seines Niedersinkens in eben der Zeit
- 180 — 19 statt angelegt ließ angelangt.
- 195 — 3 ft. $\frac{CP - cP}{P = p}$ lies $\frac{CP - cP}{P + p}$
- 199 — 20 ft. $\frac{PC - \infty C}{p + \infty}$ l. $\frac{PC - \infty C}{P + \infty}$
- 203 — 9 ft. drängt l. bringt.
- 207 — 31 ft. SBP l. cBP
- 213 §. 291. statt Wenn das hervorspringende Wasser nicht selbst schwer wäre, wenn die Luft keinen Widerstand machte, und kein Reiben dabey statt fände lies: Wenn das hervorspringende Wasser sich nicht in Tropfen zertheilt (die im Text angeführte Erklärung ist gewiß falsch; denn die angezeigten Ursachen finden ja auch in zusammenhängenden Röhren statt, ohne daß hier ungleiche Höhe der Wasserflächen wäre.)
- 229 §. 16 statt er ist lies meist
- 260 — 8 streiche aus: da.
- 271 — 10 von unten, statt minerale l. volatile
- 279 §. 385. §. 7 ft. Pflanzenforten l. Pflanzensarben
- 290 §. 6. nach Wärmestoff setze hinzu: thnen
- 300 §. 416 §. 11. statt 54° l. 540.
- 330 §. 459. §. 8 statt Abend l. reizend
- 333 §. 8 ft. jene l. diese
- 335 §. 464. §. 6. ft. Rauch l. Geruch

Seite 339 B. 2 ft. die l. diese

- 359 — 14 ft. vergeht l. vergeht
- 370 — 14 ft. vermische l. verwische
- 376 — 7 ft. volle l. volle
- 417 — 19 ft. ED l. PD
- 454 — 9 ft. Ränne l. Schanze
- 512 — 8 und 9 ft. afficiren l. auffallen
- 513 f. 679. B. 5 ft. Quadrate l. Quadrate der
- 572 B. 17 ft. 35½ l. 32½
- 596 B. 7 von unten statt zeigte l. zeigt
- 621 — 1 von unten ft. Luftsaure l. luftsaures Gas
- 671 — 2 streiche aus: nicht
- 683 — 12 statt + E. des Cylinders lies — E des

Arbzeugs

- 712 f. 1048 (Zu den daselbst angeführten electrischen
Stücken kommt noch ein fünfter, nämlich Tri-
chlarus indicus. *Linnaei syj. nat. ed. Gmelin*
T. I. P. III. p. 1142.)
- 715 f. 1055. B. 10 ft. einem l. reipom
- 722 B. 6 ft. feiner l. feinsten
- 735 f. 1098. letzte Zeile ft. Maestien l. Messoren
- 756 f. 1133. B. 28. l. 28°

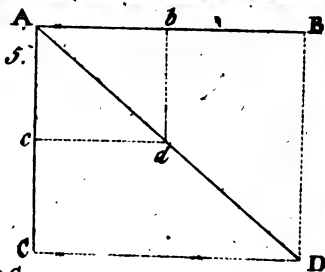
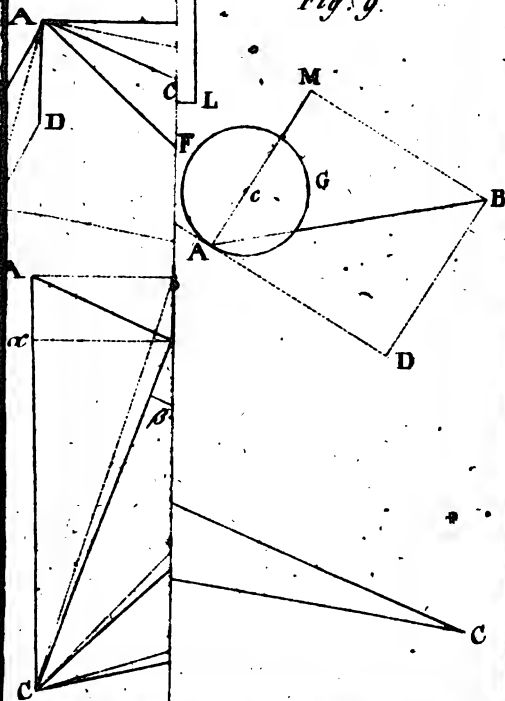


Fig. 7

Fig. 9.



15.

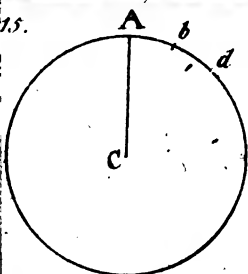


Fig. 16.

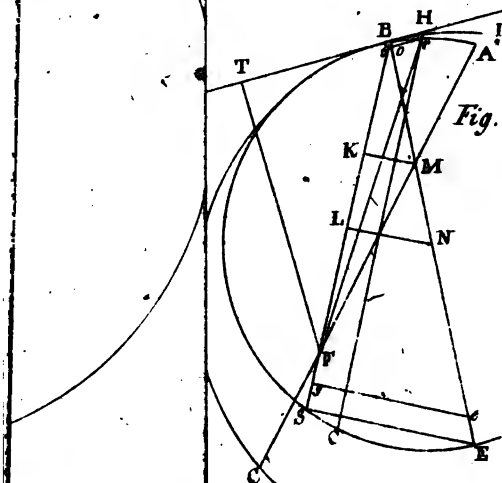


Fig. 22.

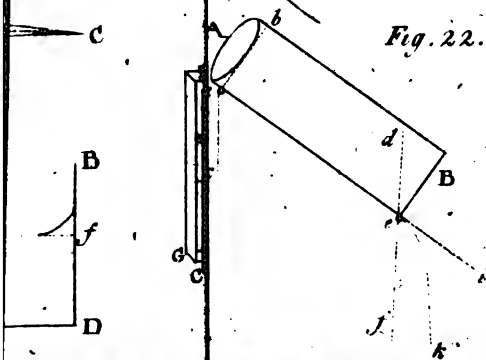
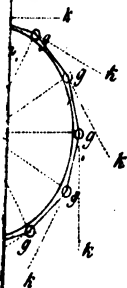


Fig. 25.

Fig. 28.



$g > b$

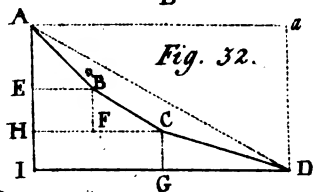
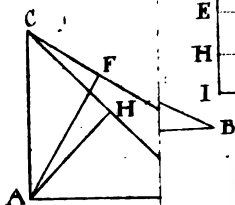
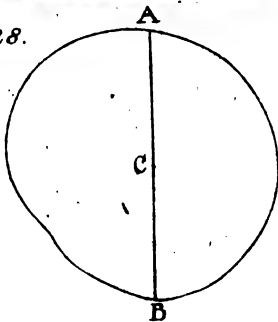


Fig. 32.

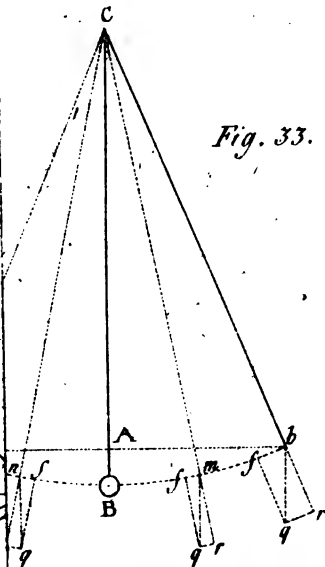
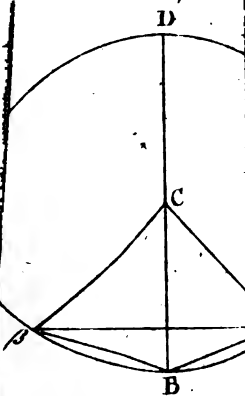
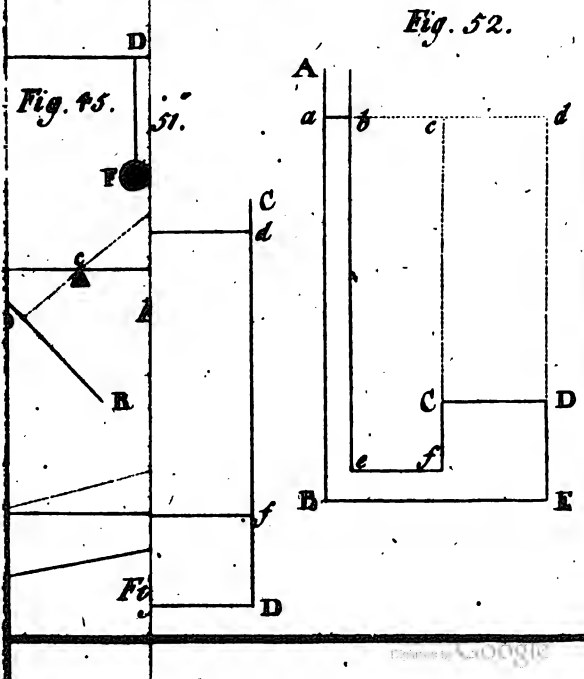
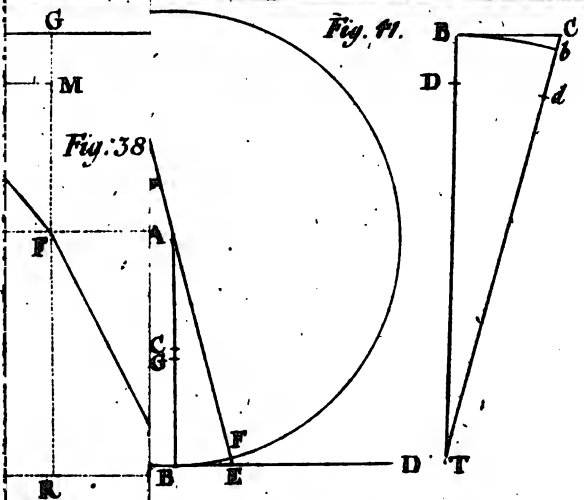


Fig. 33.



9

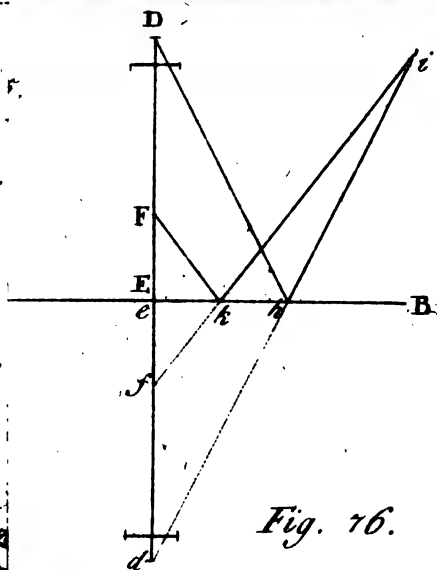
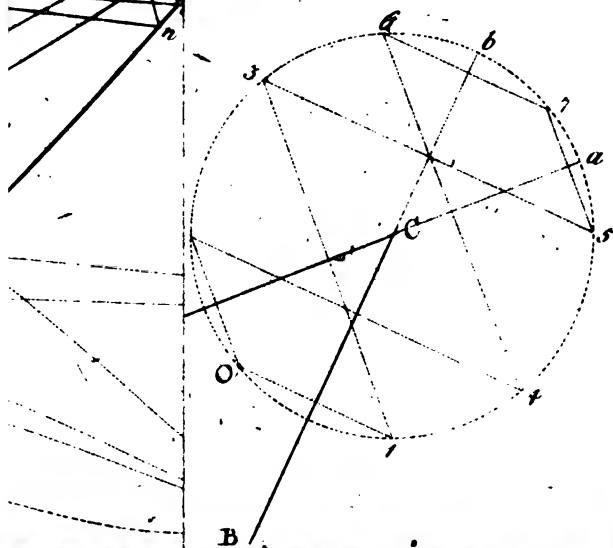
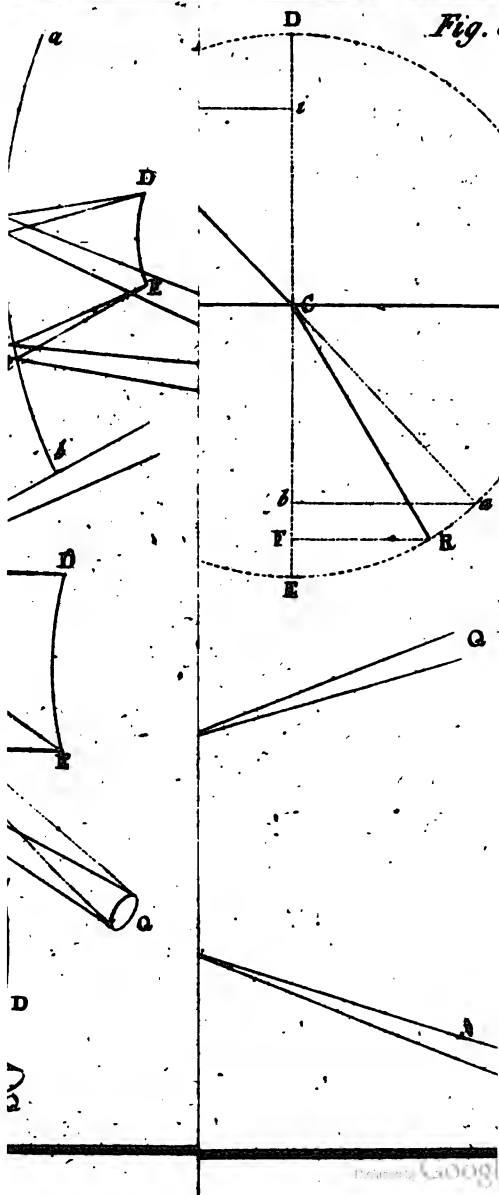


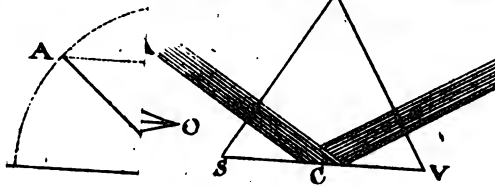
Fig. 76.





85.

Fig. 86.



9. 94.

Fig. 90.

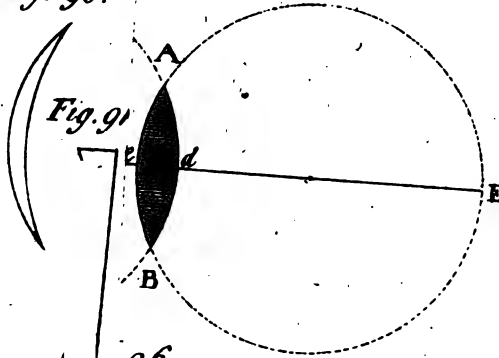
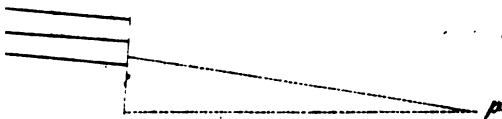
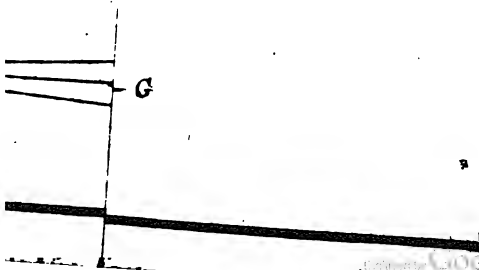


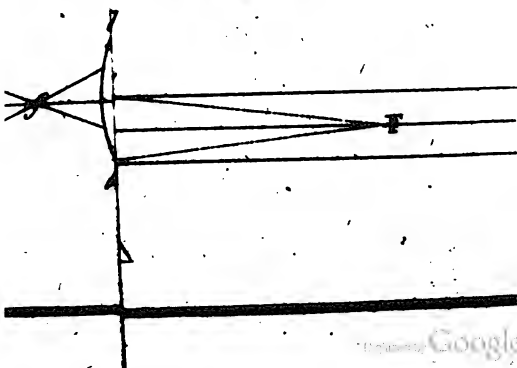
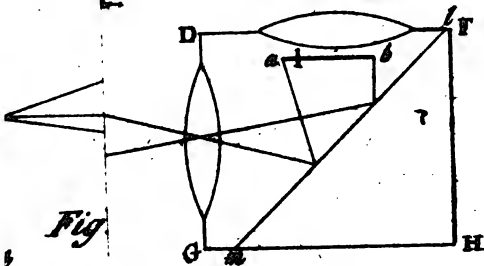
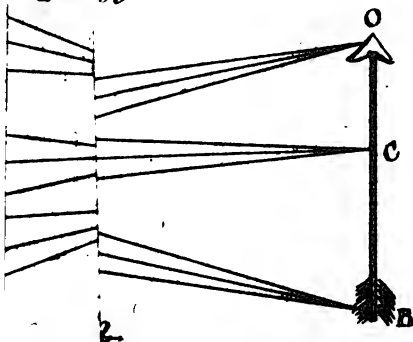
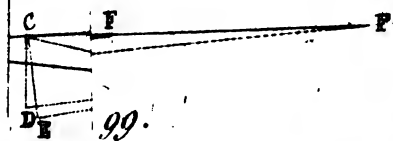
Fig. 91

96



97.





106.

s.

Fig. 110.

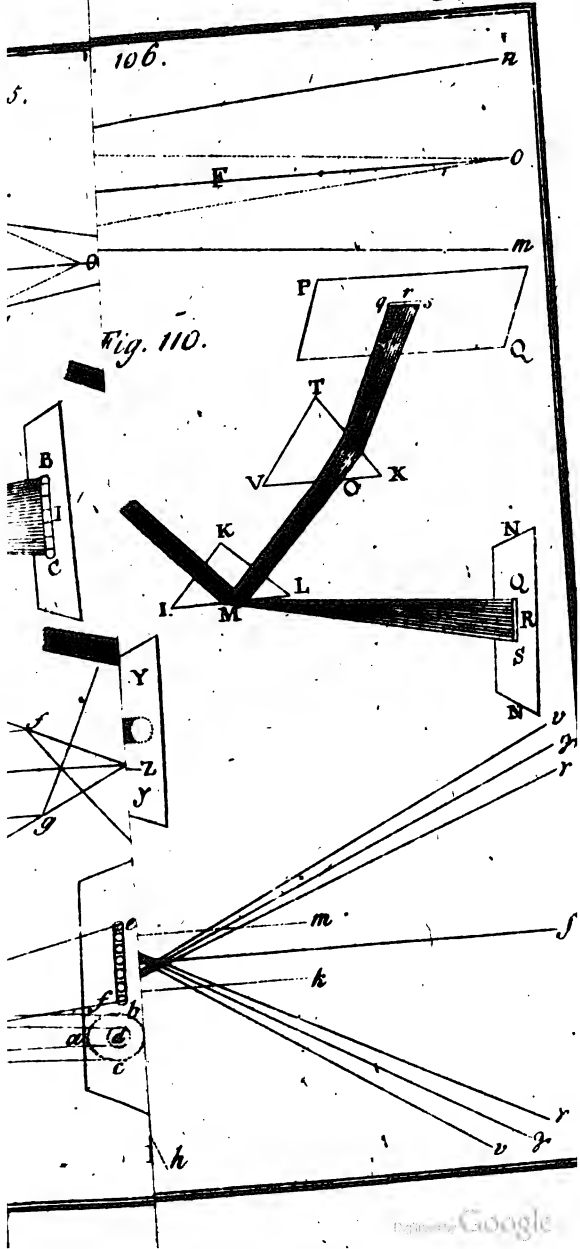


Fig. 119.

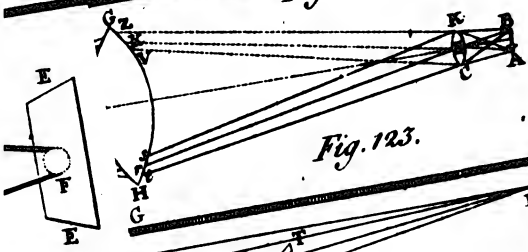


Fig. 123.

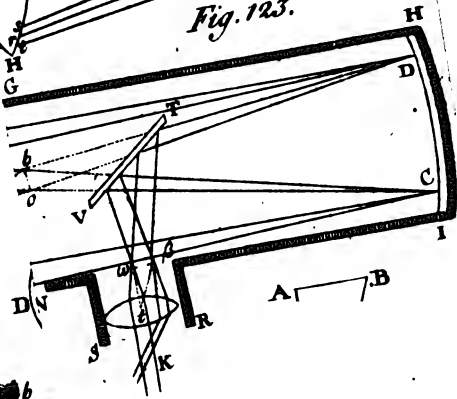


Fig. 118.



Fig. 121.



Fig. 120.



Fig. 1

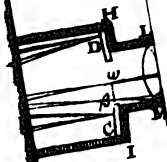
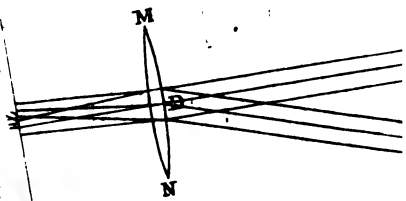
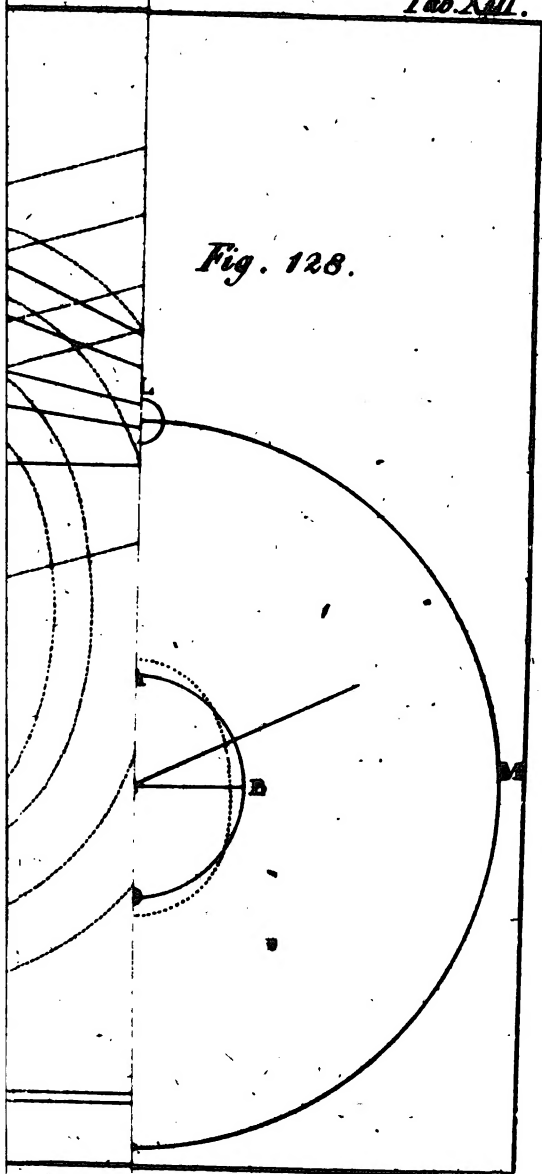


Fig. 128.



80°

212°

180

0

32

0

| | |
|-----------------|------------------|
| 0. | 32° |
| 1 $\frac{1}{2}$ | 34 $\frac{1}{2}$ |
| 2 $\frac{1}{2}$ | 36 $\frac{1}{2}$ |
| 3 $\frac{1}{2}$ | 38 $\frac{1}{2}$ |
| 4 | 41 |
| 5 | 42 $\frac{1}{2}$ |
| 6 | 44 $\frac{1}{2}$ |
| 7 | 46 $\frac{1}{2}$ |
| 8 | 49 |
| 9 | 51 $\frac{1}{2}$ |
| 10 | 53 $\frac{1}{2}$ |
| 11 | 55 $\frac{1}{2}$ |
| 12 | 58 |
| 13 | 60 $\frac{1}{2}$ |
| 14 | 62 $\frac{1}{2}$ |
| 15 | 64 $\frac{1}{2}$ |
| 16 | 67 |
| 18 | 69 $\frac{1}{2}$ |
| 19 | 71 $\frac{1}{2}$ |
| 20 | 73 $\frac{1}{2}$ |
| 21 | 76 |
| 22 | 78 $\frac{1}{2}$ |
| 23 | 80 $\frac{1}{2}$ |
| 24 | 82 $\frac{1}{2}$ |
| 25 | 85 |

| | |
|----|-------------------|
| 26 | 87 $\frac{1}{2}$ |
| 27 | 89 $\frac{1}{2}$ |
| 28 | 91 $\frac{1}{2}$ |
| 29 | 94 |
| 30 | 96 $\frac{1}{2}$ |
| 31 | 98 $\frac{1}{2}$ |
| 32 | 100 $\frac{1}{2}$ |
| 33 | 103 |
| 34 | 105 $\frac{1}{2}$ |
| 35 | 107 $\frac{1}{2}$ |
| 36 | 109 $\frac{1}{2}$ |
| 37 | 112 |
| 38 | 114 $\frac{1}{2}$ |
| 39 | 116 $\frac{1}{2}$ |
| 40 | 118 $\frac{1}{2}$ |
| 41 | 121 |